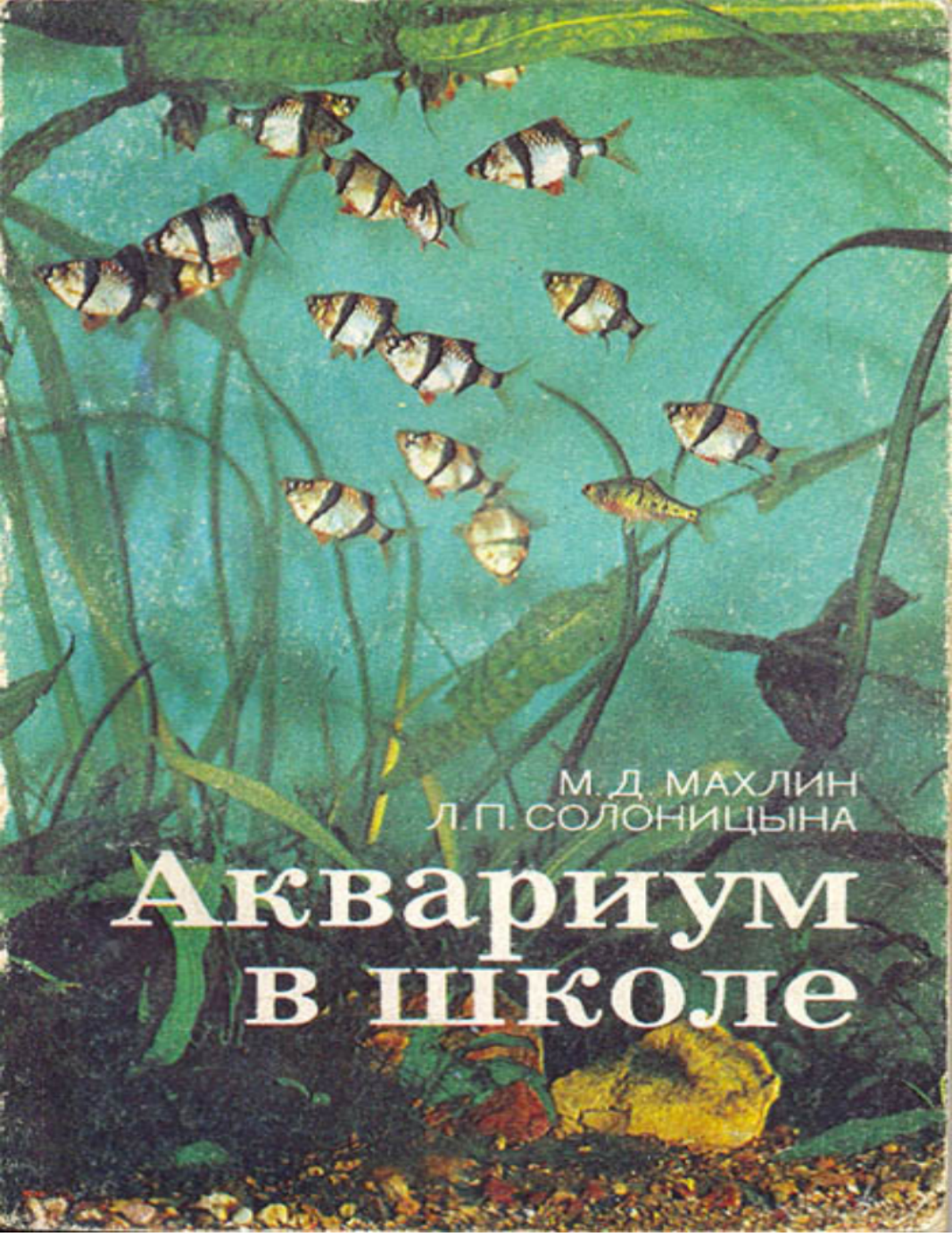


М. Д. МАХЛИН
Л. П. СОЛОНИЦЫНА

Аквариум в школе

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

В книге даны рекомендации по использованию аквариума как наглядного пособия при изучении биологии в объеме, предусмотренном школьной программой и во внеклассной работе. Рассмотрены проблемы организация аквариумов разных вариантов в школе. Большое внимание уделено проведению экскурсий с целью знакомства с водной фауной и сбора объектов для аквариумов. В связи с этим авторы подробно останавливаются на правилах поведения и изъятия животных и растений из водоемов, руководствуясь законодательством СССР. Книга написана для учителей биологии средней школы.

- М. Д. Махлин, Л. П. Солоницына
  - Введение
  - Значение аквариума в учебном процессе
  - Содержание аквариума в условиях школы
  - Глава I. Аквариумные растения: биологические особенности и использование в учебном процессе
    - Споровые растения
    - Покрытосеменные, или цветковые растения
  - Глава II. Аквариумные животные: биологические особенности и использование в учебном процессе
    - Простейшие
    - Кишечнополостные
    - Плоские черви
    - Моллюски
    - Членистоногие
      -
      - Ракообразные
      - Паукообразные
      - Насекомые
    - Рыбы
  - Глава III. Аквариум Во внеклассной работе
    -
    - Экскурсии в природу
    - Опыты и наблюдения
  - Рекомендуемая литература
  - Цветные вкладки к книге "Аквариум в школе"
- notes
  - 1
  - 2
  - 3

- ○ 4
- ○ 5
- ○ 6
- ○ 7
- ○ 8
- ○ 9
- ○ 10
- ○ 11

М. Д. Махлин, Л. П. Солоницына
АКВАРИУМ В ШКОЛЕ

Введение

Настоящая книга обобщила опыт проблемного семинара «Аквариум в школе» при Ленинградском институте усовершенствования учителей.

Аквариум рассматривается в условиях школы как круглогодично действующая лаборатория учителя биологии, в которой изучаются водные организмы. Авторы обратили внимание учителя на общебиологические закономерности, изучению которых на уроках и во внеклассной работе могут способствовать обитатели аквариумов.

Разделы, посвященные устройству и содержанию аквариума, в книге сокращены. Современный учитель биологии достаточно подготовлен к работе с аквариумными рыбами и может получить знания по другим книгам. Разделы о беспозвоночных и водных растениях расширены, так как этому вопросу в изданиях последних лет не уделялось большого внимания.

В книгу включены объекты водных флоры и фауны, совместное существование которых обеспечивает им вероятность жизни в одном аквариуме в определенном видовом сочетании. Соотношение видов и количество организмов в аквариуме учитель вместе с учениками определяют на основании наблюдений за их жизнью в аквариумах различной емкости.

Огромный интерес современного читателя к любым изданиям о живой природе поставил перед нами сложную задачу обеспечить пособие для учителя как можно большей познавательностью.

Расширение информации о биологии тех или иных обитателей аквариума позволяет учителю более интересно провести тот или иной урок, расширить учебный материал за рамки учебника (в то же время обеспечить более высокий уровень нравственного воспитания, в первую очередь вызвать любовь к живой природе).

Книга содержит методические рекомендации по демонстрации живых объектов аквариума на уроках школьного курса биологии, по проведению опытов и наблюдений во внеклассной работе.

Значение аквариума в учебном процессе

Аквариумы всегда привлекают детей разного возраста, вызывают их удивление, возбуждают любознательность. Но в условиях школы, когда ставится задача использовать аквариум на уроках ботаники, зоологии, общей; биологии, его декоративно-демонстрационная функция отступает на задний план. Аквариум становится подсобной лабораторией учителя.

Аквариум помогает развитию у учащихся важнейших биологических понятий, таких, как морфологические особенности организмов в связи со средой обитания, взаимосвязь организмов в биоценозе, специфика экологических групп, конвергенция, дивергенция, искусственный отбор, селекция и др.

В опытах и наблюдениях за обитателями аквариума учащиеся открывают увлекательный мир сложных взаимоотношений и их закономерностей. Преимущество этих наблюдений и опытов в том, что для них не нужны большие площади, они не осложняются погодными и сезонными изменениями. Если велась летняя работа по изучению природы естественных водоемов, аквариумы обеспечивают исследования водных организмов осенью и зимой. Опыты и наблюдения за аквариумными животными увлекают учащихся, превращают их в исследователей. Если работа в школьном аквариумном уголке хорошо организована, она способствует развитию трудовых навыков учащихся, сплочению коллектива, помогает направить энергию школьников на общественно полезные дела и развить инициативу исследователя.

Аквариум приучает детей рационально использовать свободное время, приобщает к самообразованию — поиску ответов на многие вопросы, связанные с аквариумоводством, в книгах и журналах по биологии.

Общение с аквариумом развивает школьников эстетически, помогает воспитанию хорошего вкуса. Известно, что простое созерцание аквариума со свежей зеленью и здоровыми рыбами улучшает состояние нервной системы, снимает возбуждение, успокаивает человека. Декоративные аквариумы помещают в больницах, пансионатах, санаториях. Их устанавливают на пультах управления автоматическими системами, так как они снимают усталость операторов, вызванную монотонностью работы. В коридорах школ, где дети находятся в перерывах между занятиями, и особенно в школах нового типа — школах полного

дня — аквариумы необходимы, так как дети любят живую природу. Маленький мир аквариума, зимнего сада живого уголка необходим для воспитания и развития ребенка. В общении с живым отдыхает нервная система, повышается эмоциональность, что очень важно детям при 9—10-часовой рабочей нагрузке в школе и дома.

Аквариум воспитывает любовь к живому, к природе, к пониманию удивительного мира воды. Содержание понятия «аквариум» развивается в школе постепенно в рамках программы по биологии соответственно возможностям возрастных особенностей школьников.

Наиболее простое определение: аквариум — это сосуд для содержания водных организмов. Не сразу выявлено понимание взаимосвязи между аквариумными растениями и животными. И появилось другое определение: аквариум — емкость, в которой в водной среде содержатся животные и растения. Появились аквариумы со стеклянными стенками, с укорененными в грунте растениями, с дополнительным освещением, аэрированием воды, разнообразным видовым составом живых организмов.

Наконец, пришло понимание, что аквариум можно рассматривать как искусственную модель водоема. Появилось определение: аквариум — это прибор, представляющий действующую модель водоема, управляемую человеком. Такое определение аквариума наиболее научно. В то же время оно подчеркивает роль и значение человека, зависимость жизнедеятельности модели от знаний, опыта, внимания и ответственности того, кто ею управляет.

Но и это не последнее из определений. Аквариум — модель экосистемы. В аквариуме сосредоточены четыре характерных для водной экосистемы компонента: неживые, так называемые абиотические вещества (грунт, вода и т. д.) и три группы живых существ — фотосинтезаторы (водоросли и высшие водные растения), потребители (животные всех видов, от инфузорий до рыб, растительноядные и хищные), наконец, разрушители (бактерии и грибы, существующие за счет мертвых тканей растений и животных; они перерабатывают ткани до простых веществ, пригодных для усвоения растениями). Кроме того, в аквариуме происходит круговорот веществ, подобный круговороту веществ в природе. Система аквариума, до известных пределов, обладает определенной устойчивостью, способностью восстанавливать нарушенное равновесие.

Познакомить учащихся с аквариумом нужно во внеклассной работе или на уроках в младших классах. Определение понятия системы аквариум дается на уроках по экологии в курсе общей

биологии.

В процессе изучения всех предметов биологического цикла аквариум приобретает большую значимость как средство обеспечения уроков натуральным материалом.

На уроках ботаники широко используются аквариумные растения. Например, при изучении темы «Клетка» в V классе с целью конкретизации и дальнейшего развития понятия об особенностях строения клетки учащимся предлагается посмотреть клетки водоросли нигеллы или клетки, расположенные по краю листа водяного папоротника. Эти клетки крупные и хорошо просматриваются под микроскопом. Рассматривая поочередно на демонстрационном столе клетки нителлы и водяного папоротника, учащиеся наблюдают движение цитоплазмы и пластид, которые окрашивают клетку. Ярко-изумрудная окраска клеток производит на пятиклассников большое впечатление, они с восторгом рассматривают их и надолго запоминают урок.

Для демонстрации опыта по выделению зелеными листьями на свету кислорода также используются водные растения: элодея канадская, валлиснерия, гигрофила.

При изучении основных групп растений в VI классе аквариумы позволяют всегда иметь под рукой любое количество различных водорослей, водяных мхов и папоротников. Выращиванием водяных папоротников в плотно закрытых крышкой аквариумах с уровнем воды не более 5 см сравнительно легко получить от них споры. Водная растительность используется и при изучении приспособленности растений к условиям среды. Несложные эксперименты позволяют наблюдать хорошую приспособленность многих гигрофитов, показать, как меняются внешний вид и назначение листьев, стеблей корней растений при переходе из водной среды в воздушную.

При изучении курса зоологии аквариумы дают возможность познакомить индивидуально каждого в классе с живыми объектами: амебой, эвгленой зеленой, инфузорией туфелькой.

В лабораторных аквариумах удается довольно долго содержать гидр и планарий, которые к тому же легко размножаются. В сравнительно небольших сосудах в условиях школы можно выращивать и размножать водных моллюсков. Раковины улиток, длительное время живущих в аквариумах, более прозрачны, удобны для наблюдения, чем у прудовиков и катушек, взятых весной из природных водоемов. Отлично развиваются в аквариумах и тропические брюхоногие моллюски ампуллярии. Пресноводные лужанки позволяют показать учащимся брюхоногих моллюсков, дышащих жабрами и

размножающихся живорождением. В специально подготовленных водоемах в живом уголке длительное время живут двустворчатые моллюски беззубки и шаровки.

В VII классе при изучении членистоногих аквариум позволяет демонстрировать речных раков, водяных осликов, дафний и циклопов. Водный паук-серебрянка легко акклиматизируется в лабораторных сосудах, строит воздушное гнездо, иногда удается наблюдать в неволе и размножение этих пауков.

В качестве лабораторных работ в программах рекомендуются наблюдения над живыми рыбами и их внешним строением (с. 122). Школьный аквариум не только обеспечивает подобные демонстрации живых объектов на уроках, но и расширяет их круг главным образом за счет показа живых членистоногих, наблюдений за водными членистоногими в уголке живой природы.

При изучении общей биологии хорошо устроенный и длительно существующий аквариум помогает понять взаимодействие абиотических и биотических условий среды (тема «Основы экологии»). Учащиеся на уроках могут оценить эти условия в аквариуме, попытаться самостоятельно составить простейшие пищевые цепи, понять отличия этих цепей в модели — аквариуме — от таковых в настоящем биоценозе — природном водоеме.

Содержание аквариума в условиях школы

Начинающим учителям работа с аквариумом порой кажется недоступной и трудоемкой. Действительно, первые шаги в этом деле сопряжены с некоторыми трудностями, связанными с неопытностью. По мере приобретения опыта, количество трудностей уменьшается, а затраты сил и времени на преодоление этих трудностей компенсируются радостью и удовлетворением, которые получает учитель в ходе организации работы учащихся с аквариумом.

Школьные аквариумы подразделяют на демонстрационные, декоративные и лабораторные. Демонстрационные аквариумы помещают в кабинете биологии и заселяют объектами, которые могут быть непосредственно использованы на уроках (крупные аквариумные рыбы, водные растения с различными биологическими особенностями). Декоративные аквариумы помещают в рекреациях школы, пионерской комнате, комнатах продленного дня. Для них используют сосуды емкостью от 50 до 200 л. Крупные аквариумы требуют меньшего ухода, чем мелкие аквариумы, и в них легче рассмотреть поразительный мир животных и растений.

Лабораторные аквариумы содержат в лаборантских комнатах, уголках живой природы, в кабинетах. Декоративность в них необязательна, но чистота и опрятность необходимы. Они предназначены для организмов, изучаемых на уроках и внеклассных занятиях.

Размеры лабораторных аквариумов должны быть строго согласованы с биологическими особенностями содержащихся в них растений и животных. Для некоторых мелких животных — простейших, планарий, паука-серебрянки, а также для водоросли нителлы, водяных мхов достаточен сосуд небольших размеров. Для содержания этих организмов можно использовать стеклянные банки емкостью 1–3 л. При одновременном содержании нескольких видов нехищных водных членистоногих, моллюсков и гидр необходимы сосуды емкостью 10–50 л. Многим видам рыб и растений (кабомбе, валлиснерии) необходимы аквариумы емкостью от 50 л и более.

Содержание аквариумов с многообразным растительным и животным миром доступно любой школе при соблюдении ряда условий. Перечислим основные из них.

1. Аквариум не должен стоять под прямыми солнечными

лучами. Обильное размножение одноклеточных водорослей на свету вызывает «цветение» воды. Осенью и зимой рекомендуется подсвечивать аквариум электролампами в течение 6–8 ч.

2. Температурный режим определяют биологические особенности объектов и цели их содержания. Недопустим перегрев воды от солнечного или лампового освещения. Летом в аквариумах регулярно производят частичную подмену воды. Для сохранения простейших с осени до момента изучения в курсе зоологии (конец февраля — начало марта) их содержат при температуре от 12 до 15 °С. С середины февраля аквариум освещают и обогревают. При температуре в аквариуме 20–25 °С активно размножаются простейшие.

3. Рыб и членистоногих желательно кормить живым кормом (мотылем, трубочником, дафниями, циклопами). При отсутствии зоомагазинов в зимнее время трудно обеспечить аквариумное хозяйство этим кормом. Тогда в уголке живой природы можно развести горшечного червя — энхитрея, сохранить с осени дождевых червей, а некоторых обитателей аквариума перевести на сухой корм.

При кормлении рыб любым кормом (в том числе и живым) необходимо давать рыбам столько корма, сколько обитатели аквариума могут съесть в течение 20–30 мин.

4. Аквариум необходимо держать закрытым. Чистку аквариума проводят периодически: остатки корма и продукты жизнедеятельности животных удаляют, налет водорослей со стекол снимают скребком или чистой тряпочкой. Обновляют аквариум, т. е. промывают грунт и наливают свежую отстоянную воду, ке чаще, чем один раз в полгода. Такие переустройства воспринимаются обитателями аквариума как катастрофа. Они могут долго болеть, а случается и погибают. Основное правило при уходе за аквариумом — лучше несколько минут ежедневного ухода, чем частая генеральная уборка.

Известны случаи, когда в крупных аквариумах годами не меняется полностью вода. При этом все внимание может быть сосредоточено на изучении биологических явлений, связанных с жизнью искусственного водоема.

5. Создавая условия жизни для водных животных, нужно помнить, что среди них много хищных, поэтому нельзя, например, помещать в один небольшой аквариум разные виды членистоногих: они могут уничтожить друг друга. Кроме того, учащиеся тяжело переживают гибель одних животных в результате агрессивности других.

6. Все объекты уголка живой природы должны иметь паспорт: этикетку с названием растений и животных, находящихся в

уголке, и с их краткой характеристикой. Этикетки прикрепляют к аквариумам или помещают рядом. Желательно, чтобы в специальных ящичках имелись их дубликаты. Этикетки должны быть аккуратно оформлены.

Ряд обитателей школьного аквариума, о которых будет рассказано в этой книге, в аквариумах не размножаются или размножаются с трудом. Заранее, в начале учебного года, их отлавливают в природных водоемах и содержат в лабораторных аквариумах. Без разрешения местных природоохранительных организаций собирать большинство видов растений и животных запрещено на основании Закона СССР об охране и использовании животного мира, принятого на третьей сессии Верховного Совета СССР 25 июня 1980 г. Учитель перед экскурсией должен напомнить учащимся, статью 67 Конституции СССР: «Граждане СССР обязаны беречь и охранять природу, охранять ее богатства» и некоторые положения из вышеупомянутого Закона.

Закон устанавливает запреты и ограничения в использовании животного мира, предусматривает охрану животных от самовольного пользования, оговаривает условия ограничения при изъятии животных для зоологических коллекций. Подобная беседа с экскурсантами дисциплинирует их во время работы на водоемах, предотвращает бездумное нанесение вреда природному биоценозу.

В то же время учителю полезно знать, что согласно утвержденному постановлением Совета Министров СССР Положению об охране рыбных запасов и регулировании рыболовства в водоемах СССР (утверждено в 1958 г., обновлялось и уточнялось в 1978 и 1981 гг.) «любительский и спортивный лов рыбы, добыча других водных животных для личного потребления разрешаются всем гражданам бесплатно во всех водоемах, за исключением заповедников, рыбопитомников, прудовых в других культурных рыбных хозяйств, с соблюдением установленных правил рыболовства и водопользования» (Емельянова В. Г., Заславская Л. А. Судебное рассмотрение дел о нарушении законодательства об охране животного мира. М., 1982, с. 12). Поэтому ознакомительные экскурсии на водоемы проводятся без ограничений, но экскурсии с изъятием животных и растений для школьных аквариумов заранее согласуются с местными отделениями органов рыбоохраны и обществами охраны природы; уточняются намеченные для посещения водоемы, виды животных и растений, которые предполагается собрать и выловить, их количество. При этом экскурсии могут получить от этих организаций и дополнительные задания по охране водоемов, их очистке и т. п. (см.: Заровный Г. М. Школьные заказники. — М.,

1983; Махлин М. Д. Под охраной «голубых патрулей». М., 1982).

Учителям необходимо также знать водные растения, внесенные в Красную книгу СССР и в Красные книги союзных республик. В Красную книгу внесены: лобелия Дортмана (в озерах Северо-Запада СССР, западных районов УССР, БССР, в Прибалтийских республиках, Карельской АССР), лотос орехоуосный (дельты Волги, Куры, Аракса, Дальний Восток), бразения Шребера и эуриала устрашающая (Приморский и Хабаровский края), чилим — водяной орех (от Воронежа на юг, Кавказ, дельта Волги, Южная Сибирь, Дальний Восток). Эти растения учитель должен хорошо знать, чтобы учащиеся не причиняли вреда редким видам (см. Красная книга. Дикорастущие виды флоры СССР, нуждающиеся в охране. — М., 1975, с. 86. 88, 132). Остальные водные растения можно изымать из водоемов, а в некоторых рыбоводных хозяйствах и уничтожать в массе, так как их скопления снижают продуктивность водоема. Но в водоемах некоторых городов, в частности Москвы и Ленинграда, постановлениями областных и городских Советов запрещено изъятие или причинение вреда (например, сбор цветов) кувшинкам и кубышкам и некоторым другим растениям. В Горьком и по всей Горьковской области такой запрет установлен для полушницы-изоэтиса. Так как человек оказывает в окрестностях этих городов ощутимое влияние на живую природу, закон преследует любые нарушения ландшафтов и экосистем без разрешения государственных органов. В частности, на экскурсии нельзя извлекать прибрежные заросли водных растений в больших количествах (сбор мелких беспозвоночных и отростков растений) без специального разрешения инспектора рыбоохраны. Если все же скопления водной растительности или сбор беспозвоночных извлекаются из водоема, после исследований их надо аккуратно в воду на прежнее место.

Брюхоногие водные моллюски могут извлекаться из любого водоема в нужном для школы количестве. Прудовик, катушка, лужанка хорошо размножаются в аквариуме. Двустворчатых моллюсков можно собирать только вдали от городов, особенно с развитой химической промышленностью, так как численность их резко сократилась. На их отлов необходимо разрешение Общества охраны природы при местном Совете Народных депутатов трудящихся СССР. Дафнии и циклопы собираются без ограничений за исключением тех мест, где расположены нерестовые пруды в рыбных хозяйствах. Бокоплавы и водяные ослики отлавливаются в ограниченном количествах — эти ракообразные успешно размножаются затем в аквариумах. Категорически запрещен отлов реликтовых крупных видов

бокоплавов из озера Байкал. Речные раки отлавливаются только по согласованию с местными органами охраны природы. Пауков-серебрянок собирают в небольших количествах.

Водные насекомые часто вредят в рыбоводческих хозяйствах, и там их можно собирать, но в природных экосистемах изъятие большого числа любого вида животных может привести к дестабилизации биоценоза.

Среди водной фауны есть реликтовые, эндемичные или редкие виды. Они нуждаются в охране.

Так, подлежат охране все реофильные (живущие на быстром течении) виды личинок поденок, стрекозы красотки, стрелки и их личинки (эти стрекозы имеют окрашенные крылья, а их личинки — непропорционально длинные ноги), стрекозы-коромысла и их личинки, некоторые другие эндемичные виды стрекоз. Клоп-гладыш с серебристо-белыми надкрыльями может вылавливаться без ограничений (как и плавт, водяной скорпион, водомерка обыкновенная), а более мелкий вид с кремовым цветом надкрылий — гладыш желтый — и водомерка палочковидная относятся к реликтовым видам. Жук-плавунец, как и его личинка, — безусловные вредители в рыбоводных водоемах, но плавунец широкий — один из редких видов водных жуков и этот вид необходимо охранять. Спорна роль и скомороха как вредителя рыбоводства. К редким, исчезающим видам относятся все ручейники горных рек и ручьев Кавказа и Алтая, а также ручейники, личинки которых живут на быстром течении и строят не домики, а ловчие нити и камеры. Учащимся надо сообщить, что вопросы охраны редких насекомых, в том числе и водных, обсуждаются на международных энтомологических конгрессах и занимают в СССР секцию охраны насекомых Международного союза охраны природы.

Местные рыбы из водоемов отлавливаются для аквариума также только по разрешению органов рыбоохраны.

Но основной способ наблюдения и изучения водных флоры и фауны, никогда не причиняющий вреда природе — наблюдения за малочисленными группами изучаемых организмов в природных экосистемах с минимальным воздействием на них. В аквариуме можно полноценно изучить морфологию организмов и простейшие схемы биоценотических взаимоотношений.

Глава I. Аквариумные растения: биологические особенности и использование в учебном процессе

Споровые растения

В настоящее время аквариумная гидрофлора в коллекциях ботанических садов и аквариумистов насчитывает более чем 300 видов. В школьном аквариуме необходимо иметь небольшой, но всесторонне используемый в курсе биологии набор водных растений. Растения этого набора должны прежде всего отвечать следующим требованиям: 1) принадлежать к различным систематическим группам — водорослям, мхам, папоротникам и покрытосеменным, т. е. к тем группам, которые изучаются в школьном курсе биологии; 2) отличаться интересными биологическими особенностями, ознакомление с которыми поможет учащимся лучше и с большим интересом изучать школьную программу; 3) быть наименее прихотливыми, что обеспечит их выживаемость в условиях школьного аквариума.

Среди растений аквариума первое место занимают покрытосеменные, на втором — водоросли, мхи и папоротники.

Водоросли отличаются от других растений тем, что у них нет листьев, стеблей, корней. Кроме того, они никогда не цветут. Пластиды водорослей по сравнению с пластидами высших растений, имеющих постоянную форму, очень разнообразны по форме. В хроматофорах водорослей находятся специфические образования — пиреноиды[1], отсутствующие у высших растений.

Присутствие водорослей нежелательно в аквариумах. При недостатке света и в затемненных углах аквариума, на его стенках, на грунте образуется коричневый налет диатомовых водорослей. Они не украшают аквариум, но в условиях школы могут стать интересным объектом для внеклассной работы. При избытке света и обилии органических выделений животных и остатков корма вода становится мутно-молочной, а затем ярко-зеленой: развиваются планктонные сине-зеленые и диатомовые водоросли. Они, как и водоросли, образующие иногда бархатисто-зеленую пленку на поверхности воды, грунте и листьях высших растений, могут быть использованы на внеклассных занятиях.

Школьная программа по биологии предусматривает изучение двух групп водорослей: зеленые водоросли (с представителями учащиеся знакомятся при изучении курса ботаники в VI классе), и сине-зеленые водоросли (обзорно учащиеся знакомятся с ними при изучении темы «Строение и функции клетки» в курсе общей биологии X класса).

Так как сине-зеленые водоросли эволюционно более древние организмы, приведем их описание вначале.

Сине-зеленые водоросли. Название этих микроскопических

организмов связано с окраской. Сине-зеленые водоросли никогда не бывают чисто-зеленого цвета. Кроме хлорофилла, они имеют пигменты, окрашивающие их в сине-зеленый, фиолетовый, розовый, желто-зеленый цвет (фикоциан, фикоэритрин, каротин). Сине-зеленые водоросли, как и бактерии, не имеют четко оформленного ядра. Отсутствуют у них и настоящие хроматофоры. Половой процесс отсутствует. Одноклеточные формы размножаются делением клетки пополам, колониальные и многоклеточные— распадом нити на участки (гормогонии).

Особенность сине-зеленых водорослей — способность поглощать из окружающей среды свободный азот, тогда как другие растения усваивают этот необходимый элемент только в связанном виде. Эта особенность находит практическое применение в Социалистической Республике Вьетнам, Китае, Японии. Водоросль анабена используется там в качестве зеленого удобрения на рисовых полях, но добывают ее не в чистом виде, а вместе с водяным папоротником азоллой. Водоросль и папоротник образуют симбиоз. Анабена поселяется внутри полости папоротника. Нити водоросли бурно развиваются в этих полостях и выделяют особый секрет, который, в свою очередь, способствует усиленному росту папоротника. Возможно, что продукты выделения водорослей содержат необходимые папоротнику гормоны. Этот симбиотический организм очень быстро размножается. За 1 месяц на 1 га он образует до 50 т зеленой массы, которая содержит 120–140 кг азота, более 30 кг фосфора и 72 кг кальция. В итоге использования зеленой массы урожай риса повышается на 30–50 % по сравнению с урожаем на неудобренных полях.

Некоторые сине-зеленые водоросли, например носток сливовидный, в связи с широким содержанием протеинов употребляются в пищу народами Востока (Япония, Ява, Боливия). В народной медицине прошлых столетий успешно применялись при ушибах примочки из ностока.

Вместе с тем в период интенсивного размножения сине-зеленые водоросли выделяют в воду ядовитое вещество, вызывая ухудшение качества воды и гибель рыб. Некоторые виды водорослей показывают степень загрязненности воды при ее биологическом анализе.

При очистке аквариума с помощью шланга никогда не следует всасывать в него воду ртом, как это иногда делают аквариумисты-любители. Вода, насыщенная сине-зелеными водорослями, может вызвать отравление.

В уголке живой природы учащиеся могут наблюдать условия, при которых сине-зеленые водоросли лучше развиваются. Для

этого нужно собрать в отдельные сосуды колонии сине-зеленых водорослей, которые поселяются в виде пленок на поверхности воды или стенках аквариума. Сосуды содержат в условиях разного режима температуры и освещения. Роль органических веществ для развития сине-зеленых водорослей можно установить, используя воду из разных аквариумов, более и менее загрязненных.

Интерес для учащихся представляет рассматривание сине-зеленых водорослей под микроскопом. При этом можно видеть, что цитоплазма их клеток разделена как бы на два слоя. Наружный слой насыщен зернистым пигментным веществом, за счет которого он окрашен в различные оттенки сине-зеленого цвета. Внутренний слой не содержит пигментов. В нем сосредоточено ядерное вещество.

В качестве демонстрационного материала сине-зеленые водоросли могут быть представлены (под 2–3 микроскопами) на соответствующем уроке в X классе. В результате их просмотра учащиеся убедятся в том, что у этих растений, стоящих на низком уровне организации, отсутствует ядро.

Зеленые водоросли. Зеленые водоросли окрашены в чисто-зеленый цвет. В их хроматофорах, кроме хлорофилла, содержатся каротин и ксантофилл, но хлорофилл преобладает. Клетки всех водорослей (одноклеточных, колониальных и нитчатых) имеют одно или несколько ядер. Зеленые водоросли запасают в клетках в основном крахмал. Размножение вегетативное, бесполое и половое.

Значение зеленых водорослей в природе и жизни человека огромно. Прежде всего они производят кислород и очищают воду в природных водоемах. Колоссальна роль зеленых водорослей в переработке углекислоты и биогенных элементов, растворенных в воде, а также в синтезе органических веществ. В последнее время пытаются получать из зеленых водорослей питательные продукты. Сухая масса хлореллы содержит большой набор незаменимых аминокислот и ценных витаминов. В настоящее время в ряде стран, в том числе и в СССР, ведутся работы по совершенствованию установок, снижающих себестоимость производства биомассы из планктонных водорослей. Это позволит широко использовать водоросли в качестве кормов сельскохозяйственных животных.

Зелеными водорослями, особенно харовыми, питаются некоторые промысловые животные: птицы, рыбы, раки. Было установлено, что хара встречается в желудке широкопалого рака в 40 % случаев, а в желудке длиннопалого — в 70 %. В период частых линек (первый год жизни) раки потребляют харовые

водоросли в 2–6 раз чаще, чем в последующие годы. Благодаря содержанию в харах большого количества кальция они способствуют более быстрому накоплению этого элемента в гастролитах рака. Гастролиты участвуют в процессе линьки и роста рака. Используют зеленые водоросли и в медицине. Из хлореллы выделяют вещество хлореллин, подавляющий развитие ряда болезнетворных бактерий. В народной медицине пользовались компрессами из нитчатых водорослей в качестве болеутоляющего средства. В годы Великой Отечественной войны успешно применялась вата из кладофоры. Последняя хорошо переносит стерилизацию и отбелку. Имеются сведения, что харовые водоросли подавляют развитие личинок малярийного комара.

Зеленые водоросли используют в сельском хозяйстве в качестве удобрений. В ряде мест харовые водоросли применяют для известкования полей.

Крупные клетки нителлы (рис. 1) используют как модель для изучения внутриклеточных процессов в научных исследованиях, так как многие процессы в клетке нителлы типичны для всех клеток живых существ. На клетках нителлы изучают распределение внутриклеточного электрического потенциала, проницаемость оболочки для разных питательных веществ и избирательность оболочки к этим веществам.

Из водорослей изготовляют войлок, теплоизоляционный и водонепроницаемый материалы, картон, низшие сорта бумаги. Из кладофоры биохимически можно получать спирт и ацетон.

В школьном аквариуме хорошо живут с лета до весны спирогира, кладофора, нителла, улотрикс, мужоция, зигнема. Их можно использовать в учебном процессе. Найти в природе эти водоросли не трудно.

Спирогира — одна из самых распространенных нитчатых водорослей. Растет в стоячих и медленно текущих водах. Ведет неприкрепленный образ жизни. Длинные неветвящиеся и скользкие нити ее таллома переплетены в клубки ярко-зеленого цвета, образуя так называемую тину. В тине вместе со спирогирой встречаются зигнема и мужоция.

Кладофора — широко распространенная водоросль. Ее таллом состоит из многоразветвленных жестких нитей в виде подводного кустика. На нитях нет слизи.

Нителла и другой близкий ей вид — хара — по форме напоминают высшие растения (хвощ или роголистник). Их таллом разрастается в виде стебелька и мутовчато отходящих от него веточек, которые, в свою очередь, тоже ветвятся. Стебелек харовых достигает нескольких десятков сантиметров и разделен

узлами на междоузлия. Обитают харовые в виде хрупких дернинок на дне спокойных чистых вод. Хара плохо адаптируется в аквариумах, так как предпочитает сильно известкованную воду. Изучение ее строения затруднено тем, что таллом этой водоросли покрыт корочкой извести. Соли кальция в составе минеральной золы хары составляют до 55 % по массе. Поэтому для школьного аквариума больше подходит нителла. Ее узнают по нежно-зеленым зарослям (рис. 1).

Рис. 1. Блестянка гибкая (нителла)

Улотрикс обитает в быстро текущей воде, представляет собой длинные (в Неве до 30 см), неразветвленные нити, состоящие из коротких цилиндрических клеток. Нити образуют дернинки, которые прикрепляются к различным подводным предметам чуть ниже уровня воды.

Мужоция живет в реках, прудах, озерах, канавах. Ее нити меняют цвет от бледно-серого до ярко-зеленого. Объясняется эта особенность движением хроматофора внутри клеток. Он пластинчатый, протянут во всю длину клетки и свободно передвигается в ней. При ярком освещении хроматофор

поворачивается к источнику света ребром, его почти не видно и нить становится бледно-серой с чуть заметным зеленоватым оттенком. При недостаточном освещении хроматофор поворачивается широкой стороной к источнику света и нити наливаются интенсивным зеленым цветом.

Зигнема обитает в стоячих и проточных водоемах. Нити ее иногда развиваются в больших количествах.

Каждый вид водорослей собирают обычно летом или в начале сентября в отдельные банки с небольшим количеством воды. Воду из водоема для подлива к культурам водорослей наливают также в отдельную большую банку. Водоросли в виде дернинок, клубков нельзя оставлять надолго неразобранными, так как они могут погибнуть. Не позже чем через сутки нужно все разобрать, освободить от представителей фауны и разложить в приготовленные заранее сосуды.

Водоросли лучше живут и развиваются в стеклянных невысоких сосудах с широким дном (кристаллизаторы, чашки Коха, для небольших количеств водорослей — чашки Петри), особенно если их в сосудах значительно меньше, чем воды. Большинство водорослей предпочитают нейтральную или слабощелочную среду (pH 7,0–7,6). Если среда кислая, в нее для нейтрализации можно по каплям внести раствор соды ($Na2CO3$).

Прямой солнечный свет недопустим при содержании водорослей в искусственных условиях. Их помещают на северо-восточном, северном или в крайнем случае на восточном окне. Зимой благоприятна температура не выше 10–12 °С, летом — 16–18 °С. Зимой водоросли подсвечивают, используя люминесцентные лампы на расстоянии 6–7 см от сосудов. Можно использовать лампы накаливания, но их следует опускать в отдельный (без водорослей) сосуд с водой, иначе может быть перегрев, вызывающий гибель культур. Оптимальный вариант светового режима водорослей в зимний период — это сочетание естественного и искусственного освещения. Водоросли лучше выживают при добавлении в воду питательного раствора Кнопа[2].

Зеленые водоросли используют на уроках. Например, изучал клетку в натуре и последовательно на таких объектах, как водоросли, папоротники, высшие растения, простейшие животные, учащиеся с большой степенью самостоятельности и интереса приходят к выводу о единстве строения, о родственных связях, о единстве происхождения различных организмов.

Использование аквариумных водорослей поможет также в изучении понятия ароморфоза (переход от одноклеточности к многоклеточности). При изучении в VI классе одноклеточных зеленых водорослей учитель обычно демонстрирует наземную

водоросль плеврококк, у которой одиночные клетки иногда на некоторое время соединяются между собой. При изучении нитчатых водорослей и рассматривании под микроскопом спирогиры учащиеся наблюдают многоклеточность, но в самой примитивной форме — нить из одного ряда клеток; при демонстрации кладофоры наблюдают дальнейшее усложнение морфологии — кустики из однородных нитей.

Рассматривая под микроскопом при изучении темы «Клетка» клетки кожицы лука, учащиеся V класса, конечно, испытывают эмоциональный подъем, так как впервые в жизни самостоятельно готовят препарат, работают с микроскопом. Но впечатление, возникающее при знакомстве с нителлой, незабываемо. Клетки ее очень красивы, окрашены в изумрудный цвет. Так как они достаточно крупные (отчетливо видны при увеличении в 30–40 раз), их легко рассмотреть под лупой. Расстояние между узлами стебелька — это одна клетка. Иногда длина этих клеток достигает 15–20 мм при толщине до 0,5 мм (обычно клетки растений имеют 50 мкм в поперечнике).

Учащиеся приходят в восторг от наблюдения за движением цитоплазмы[3]. Это для них открытие. Причем учитель может организовать урок так, что открытие станет самостоятельным, и это принесет особую радость учащимся. Движение — один из признаков живого. Школьники наглядно убеждаются в том, что клетки, а следовательно все растения, — это живые организмы.

Рассмотрение строения клеток спирогиры в VI классе при изучении нитчатых водорослей позволяет развить понятие о многообразии растительных клеток.

Для приготовления препарата спирогиры ее выдерживают в течение 2–3 сут. в дистиллированной воде. При этом хроматофоры раздвигаются, что облегчает их рассмотрение, и ядро становится доступным для обозрения. Крахмальные зерна хорошо видны при окрашивании препарата слабым раствором йода.

Другие нитчатые водоросли — улотрикс, зигнема, мужоция — сохраняют общие признаки, а именно нитчатый тип строения, но отличаются друг от друга разнообразием форм хроматофоров. Так, у улотрикса он похож на незамкнутый поясок, у зигнемы — звездчатый (2 хроматофора), у мужоции — в виде пластинки.

Изучение этих водорослей возможно только во внеклассной работе, результаты которой используются на уроке при изучении соответствующего материала. В уголке живой природы могут быть поставлены различные опыты с водорослями: выяснение оптимальных условий их содержания, образование запаса питательных веществ, дыхание и т. п. Составленные учителем

задания, особенно для учащихся средних классов, помогут им более четко и правильно выполнить эти наблюдения.

Моховидные — представители высших растений. Тело большинства из них состоит из побега, разделенного на стебель, и листьев (фонтиналис). У некоторых представителей, стоящих на более низкой ступени организации, тело — это таллом, слоевище (риччия). Это доказывает сходство слоевищных мхов и низших растений и наряду с другими признаками (неразрывная связь с водной средой, невозможность размножения без нее, сам процесс размножения и развития) указывает на их родственные связи и общность происхождения.

Корней у мохообразных нет, но есть у ряда видов ризоиды — одноядерные, многоклеточные волоски, отчасти заменяющие корни.

Водяные мхи играют значительную роль в жизни пресных водоемов, участвуя в процессах зарастания и заболачивания. Общее число водяных мхов достигает в некоторых водоемах 15 и более видов. Обычно это видоизмененные прибрежные растения, но при развитии в погруженном состоянии они так видоизменяются, что их трудно определить даже специалистам.

Из отечественных мхов в аквариумах можно успешно выращивать следующие: риччию плавающую, фонтиналис противопожарный.

Рис. 2. Риччия плавающая

Риччия плавающая распространена в теплых районах европейской части СССР, на Кавказе, в Средней Азии, Сибири и на Дальнем Востоке. Принадлежность ее к классу печеночников характеризуется отсутствием побегов. Тело ее состоит из вильчато разветвленного слоевища, образующего плотные подушки на поверхности воды. При хорошем освещении риччия сохраняется в аквариуме всю зиму, и в лабораторных условиях можно наблюдать особенности ее строения, размножения,

значение для животного населения аквариума (рис. 2). Демонстрация риччии на уроках ботаники и общей биологии при сравнении с низшими растениями и листостебельными мхами может быть направлена на развитие эволюционного понятия о постепенном усложнении организации растительного мира. Учащиеся на наглядном материале наблюдают это усложнение: одноклеточные → многоклеточные нитчатые → слоевищные → листостебельные растения.

Таким образом, растения аквариума могут быть представлены в учебном процессе как своеобразная модель развития растительного мира.

Рис. 3. Водяной мох обыкновенный

Фонтиналис противопожарный по сравнению с риччией в эволюционном отношении более совершенный организм, обладает ветвящимся стеблем и трехрядно расположенными на нем листьями. Растение прикрепляется к камням и грунту подушкообразным сплетением ризоидов. В СССР фонтиналис распространен повсеместно, но предпочитает чистую воду. Во взмученной воде быстро покрывается грязью и начинает деградировать. В аквариумах фонтиналис успешно растет при хорошем освещении, но не под прямыми солнечными лучами, под которыми он быстро покрывается нитчатыми зелеными водорослями и погибает. Температура воды должна быть не выше 18–20 °С. Лучше фонтиналис приживается, если взять его из природного водоема вместе с тем субстратом, к которому он там был прикреплен, например с камнем (рис. 3).

Свое видовое название фонтиналис противопожарный

получил в связи с тем, что стебли мха даже в сухом виде не горят, поэтому его используют иногда для законопачивания деревянных построек. Листья фонтиналиса состоят из одного слоя клеток, поэтому их легко рассмотреть под микроскопом. В результате делается вывод о единстве строения клеток различных организмов, что в свою очередь, способствует развитию понятия о единстве происхождения живой природы. Такой вывод формируется на основании уже накопленных учащимися соответствующих наблюдений: рассматривание клеток кожицы лука и других высших растений, водорослей, мха. Кроме того, учащиеся могут проследить эволюцию важнейшего органа растения — листа. У мха учащиеся наблюдают самое примитивное строение листа (один слой клеток), далее у папоротников и последующих в эволюционном отношении растительных организмов они увидят усложнение этого органа.

Наконец, знакомство учащихся с водяными мхами обогащает их знания о многообразии растительного мира и приспособленности его представителей к различным условиям жизни.

Папоротниковидные. Папоротниковидные, так же как и мохообразные, — представители высших споровых растений. Папоротниковидные более сложны по строению (настоящие корни и хорошо развитые листья). В процессе эволюции эти растения приспособились к различным условиям среды, в том числе и к водной среде. В условиях школьного аквариума из папоротниковидных можно содержать представителей следующих родов: цератоптерис, марсилея, сальвиния (рис. 4, 5).

Рис. 4. Водяной папоротник капустовидный

Рис. 5. Марсилея четырехлистная

Представители рода цератоптерис широко представлены в тропических пресных водах повсеместно, в природе это однолетние растения, обитающие как в воде, так и по берегам водоемов, на сильно увлажненных низменностях. Стебель у них короткий, толстый, вертикальный, листья мелко рассеченные и располагаются розеткой. Корневая система хорошо развита. Цвет листьев светло-зеленый, нижняя, сторона плавающих листьев за счет обширных аэрокамер приобретает серебристый оттенок. Черешки листьев толстые, мясистые, и в них тоже много аэрокамер.

В погруженном положении цератоптерис достигает в высоту 70–80 см. Надводные его листья в хороших условиях развиваются в длину до 120 см при ширине 60 см (замеры произведены в оранжереях ленинградского Ботанического сада Академии наук СССР).

У молодых листьев верхушка спирально закручена. Погруженные растения спор не образуют, но хорошо и быстро размножаются вегетативно с помощью выводковых почек, появляющихся по краям листьев. Из этих почек развиваются дочерние растения. Иногда крупные кусты буквально усыпаны вполне развитыми, с листьями и густыми корнями, молодыми растениями. Освобождаются они от материнского растения только после загнивания или обламывания его листьев. Интересно, что старые, побуревшие листья часто сохраняют эти

почки и в благоприятных условиях вскоре скрываются под светло-зеленой зарослью молодых растений. Части листа длиной до 0,5 см^2 имеют такую же способность к развитию. Условия развития — клетки листового края на этих кусочках.

Листья папоротника и их части легко прилипают к любому опущенному в воду предмету, к телу животных и перьям водоплавающих птиц. Не удивительно, что цератоптерис распространился по всей тропической зоне.

На некоторых листьях папоротника, возвышающихся над поверхностью воды, с нижней их стороны можно видеть сорусы, в спорангиях которых созревают споры. Надводные и плавающие листья цератоптериса, в отличие от погруженных, имеют развитые механические ткани и устьица на верхней стороне. Они обладают способностью не смачиваться, капли воды скатываются с них серебристыми шариками. У форм, существующих на границе сред воды и воздуха, проходит мощный восходящий ток воды от корней к листьям, в связи с чем появились хорошо развитые трахеиды. У этих растений корневая система особенно развита. Погруженные листья ассимилируют всей поверхностью листьев, и корки служат им в основном для закрепления на субстрате. Цератоптерисы обитают в районах с периодически меняющимся уровнем воды и хорошо приспособились к этим колебаниям.

Благодаря своей декоративности и быстрому вегетативному размножению разновидности папоротника — цератоптериса — василистниковидного, суматранского и плавающего — приобрели большую популярность у многих школьных аквариумистов. Их используют как декоративные растения и как объекты наблюдений и исследований. Условия содержания: обилие света, температура воды 22–28 °С, мягкая вода (при жесткости выше 5 % листья покрываются беловатой корочкой солей кальция, поры их закупориваются и растения разрушаются). Плавающая форма папоротника требует и влажного теплого воздуха над водой, но большое содержание паров воды приводит к тому, что капли ее перестают скатываться с поверхности листьев и они загнивают. Листья чувствительны и к воде, конденсирующейся на покровном стекле. Стекло рекомендуется устанавливать над аквариумом под наклоном, чтобы вода могла с него стекать по стенкам.

Несмотря на то, что цератоптерисы — однолетние растения, в аквариуме при хороших условиях они могут прожить и более одного года. Известны случаи их жизни в аквариумных условиях до трех лет. Молодые растения легко перезимовывают при подсветке электролампами.

Водные папоротники используются как на уроках, так и во

внеклассной работе.

При изучении клетки в курсе ботаники можно показать учащимся через микроскоп клетки молодого листа цератоптериса. Под микроскопом хорошо видны хлорофилловые зерна, движение цитоплазмы, сходство со строением клеток других растений. Клетки цератоптериса окрашены в изумрудный цвет, и впечатление от наблюдения эмоционально обогащает учащихся.

Папоротники — интересный объект для опытов по вегетативному размножению. В частности, цератоптерис размножается листом и кусочками листа.

На примере водных папоротников при сравнении их с фонтиналисом можно убедиться в эволюционном усложнении этих организмов. Это усложнение проявляется прежде всего в развитии корневой системы и в усложнении главного ассимилирующего аппарата — листа. Если у фонтиналиса учащиеся наблюдали упрощенное строение листа (один слой клеток), то у папоротников ясно выражено многослойное клеточное строение листа с проводящими путями.

Покрытосеменные, или цветковые растения

Покрытосеменные — наиболее высокоорганизованные растения на земном шаре. Наиболее характерно для них наличие цветка, в завязи которого укрыты семяпочки. После оплодотворения из завязи развивается плод с семенами внутри. Способность к видообразованию у покрытосеменных очень хорошая. Поэтому среди покрытосеменных много видов водных растений, чрезвычайно интересных по своим биологическим особенностям.

Общие экологические признаки различных видов водных растений появляются в результате естественного отбора. Основные средства приспособленности растений к современным условиям жизни в воде: 1) рассечение листовых пластинок на мелкие нитевидные доли, что обеспечивает растению увеличение поверхности при поглощении световых лучей, кислорода, углекислого газа, минеральных солей; 2) сильное развитие аэрокамер в связи с недостаточным количеством воздуха в воде, что уменьшает также плотность растения, способствующую вертикальному положению в воде и вынесению на поверхность воды листьев и цветков; 3) отсутствие устьиц за исключением верхней поверхности плавающих листьев, так как газообмен происходит через всю поверхность водных растений; 4) слабое развитие кутикулы, утратившей свою защитную функцию; 5) слабое развитие корневой системы или отсутствие ее, так как функцию поглощения воды и растворенных в ней солей выполняет вся поверхность растения; 6) отсутствие сосудов в связи с утратой необходимости проводить воду и минеральные соли, что связано с поглощением их любой частью растения (характерно только для полностью погруженных растений); 7) частичная редукция механической ткани в связи с большей, чем воздушная среда, плотностью воды; механическая ткань сохраняется только в центральных частях стебля в виде тяжей, которые позволяют растению испытывать натяжение, противостоять движению воды; 8) частичное или полное отсутствие дифференциации ткани листа на губчатую и столбчатую, что связано с недостаточным проникновением света даже на небольшую глубину; 9) сравнительно быстрый рост водных растений, благоприятные условия для которого обеспечиваются водной средой; 10) способность к вегетативному размножению намного большая, чем у наземных видов, что

позволяет водным растениям выживать в сложных условиях обитания в водной среде; 11) выделение поверхностью слизи, что уменьшает трение органов друг о друга, предохраняет ткани от выщелачивания, защищает зимующие почки от охлаждения и спасает на некоторое время растения от высыхания при понижении уровня воды. Все эти общие черты приспособленности в той или иной степени можно наблюдать у аквариумных цветковых растений.

Вместе с тем водные растения отличаются друг от друга и видовыми приспособительными признаками. Например, некоторые виды рдестов могут существовать только при связи с тремя средами — водой, почвой и атмосферой. Роголистник живет без почвы, при соприкосновении с атмосферой погибает, и ему достаточно только водной среды.

По отношению к почве, воде и атмосфере водные растения можно разделить на несколько экологических групп: 1. Жизнедеятельность происходит в основном в толще воды. 2. Необходимые условия жизни вида — вода и атмосфера. 3. Растения связаны только с водой и почвой. 4. Растения нуждаются в почве, воде и атмосфере (укоренены на дне, листья плавающие). 5. Растения частично возвышаются над водой, будучи укорененными в почве.

Рис. 6. Элодея канадская

К первой группе растений относятся элодея канадская, элодея зубчатая, роголистник темно-зеленый, пузырчатка обыкновенная, альдрованда пузырчатая, ряска трехдольная.

Элодея канадская принадлежит к семейству водокрасовых (рис. 6). Родина — пресные водоемы Америки. В XIX в. этот вид спонтанно акклиматизировался в Англии, а затем в Европе.

Элодея канадская быстро освоила водоемы нового ареала, вытеснив многие аборигенные растения. За быстрое распространение этот вид получил название «водяная чума». В Европу попали только женские экземпляры растения (оно двудомное), позднейшие попытки целенаправленно акклиматизировать мужские экземпляры эффектов не дали, так как пригодные для обитания экологические ниши уже были заняты женскими растениями. Поэтому быстрое распространение элодеи обеспечивалось исключительно вегетативным размножением. В настоящее время элодея канадская широко распространена в водоемах европейской части СССР, а в последнее десятилетие все чаще встречается и в Сибири, например в Ангаре, в районе Иркутска.

Листья элодеи собраны в мутовки по 3–4, мелкие, обычно длиной 7 — 12 мм, продолговатые, по краям мелкозубчатые (это заметно только в лупу). Стебель тонкий, ломкий, длиной 40–60 см, ближе к поверхности воды ветвится. Цветки образуются в пазухах верхних листьев на тонкой и длинной трубке, похожей на цветоножку: у них три белых лепестка. Корневая система развита слабо, ассимиляция идет всей поверхностью растения. В природе встречается в прудах, тихих заводях речек и озер, предпочитает слабопроточные воды. В некоторых водоемах (Московская область) образует большую сырую биомассу — более 4 кг на 1 м^2.

Заросли элодеи населены огромным количеством беспозвоночных пресных вод и охотно посещаются рыбами. Эти же заросли служат субстратом для икры рыб, среди ветвей элодеи первое время прячутся и кормятся стаи мальков. Растения употребляются в пищу многочисленными водными обитателями, в том числе карповыми рыбами, окунем, ондатрой. Но есть интересные наблюдения, в результате которых установлено, что прудовик обыкновенный использует в пищу 40 видов высших растений, а элодею канадскую отвергает даже при сильном голоде.

Пищевая ценность элодеи очень высока: белков она содержит более 18 %, жира — около 3 %. Каротин, содержащийся в элодее, превращается в организме животных в витамин А. Элодею используют и на корм скоту с различными кормовыми добавками. Заготавливается высушиванием, силосованием; из нее

приготовляют витаминную муку. При избытке растений или при расчистке водоемов употребляется как зеленое удобрение.

При сборе элодеи на экскурсии следует обратить внимание на серый налет, обычно покрывающий листья и стебли растений. Чем выше жесткость воды природного водоема, тем больше на листьях налета. Это осадок соли кальция $CaCO_3$, выделенный растением в процессе ассимиляционной деятельности. Световой период фотосинтетического процесса связан с поглощением растворенного в воде углекислого газа. Когда его в воде недостаточно, растения начинают вырабатывать углекислый газ из гидрокарбоната кальция:

$Ca(HCO3)_2 = CO_2{}^{(\text{потребляется растениями})} + H_2O + CaCO_3{}^{(\text{выпадает в осадок})}$

Ночью, когда растения не поглощают углекислый газ, он снова накапливается в водоеме в результате дыхания растений и животных, и при взаимодействии углекислого газа с нерастворимым в воде карбонатом кальция ($CaCO_3$) образуется угольная кислота (H_2CO_3). В кислой среде карбонат кальция превращается в гидрокарбонат $Ca(HCO_3)_2$, т. е. реакция идет в обратном направлении. Заросли элодеи могут вызвать ночью замор — удушье рыб в результате бурного обратного процесса реакции к появления избытка углекислоты в воде.

Осенью элодея образует зимующие почки, которые опускаются на дно и пережидают зиму в состоянии покоя. Иногда внезапные холода осенью или на мелководье вызывают вмерзание неопавших почек и стеблей в лед. Куски льда с вмерзшими частицами элодеи следует поместить в холодную воду и оттаивать в прохладном помещении (быстрое оттаивание в теплой воде вызовет гибель растения). Затем оттаявшие стебли и почки элодеи выставляют на солнечное окно или освещают электролампами. Вскоре почки трогаются в рост. Перезимовавшие в природе веточки элодеи хорошо и быстро разрастаются в аквариумах. При многолетнем содержании в аквариуме элодея постепенно мельчает, замедляет рост. Для содержания в школьном аквариуме следует рекомендовать более красивый и легко разрастающийся в искусственных водоемах вид элодеи из Аргентины — элодею зубчатую[4], или эгерию. Зубчатая элодея — тропическое растение, не имеет сезонных циклов и растет в аквариумах круглый год, легко размножается вегетативно. Стебли длинные, более толстые, ярко-зеленые. Заостренные на концах ланцетовидные листья собраны в мутовки, которые расположены тем чаще на стебле, чем ярче освещение. Длина листьев до 15 мм, стебли достигают в длину 2 м. Хорошо растет при температуре воды от 16 до 30 °С, у поверхности воды стебли обильно ветвятся.

Растение очень ломкое, большое количество обломков стеблей выделяет в воду сок, который содержит, по-видимому, ядовитые вещества (улитки это растение не едят). Элодея зубчатая может свободно располагаться в толще воды и при этом хорошо себя чувствовать, но аквариум выглядит красивее, если элодея посажена пучками стеблей. При посадке нужно прижать их нижние концы камнем.

Корни у элодеи немногочисленные, в виде отдельных белых неветвящихся нитей, функция которых — закрепление растения на субстрате. Функцию поглощения выполняет вся поверхность тела.

Элодея используется в курсе ботаники и общей биологии для рассмотрения пластид при большом увеличении микроскопа. Это округло-овальной формы образования зеленого цвета. В теме «Лист» используют элодею для демонстрации мутовчатого расположения листьев, тем более что среди комнатных растений, используемых при изучении листорасположения, очень редко встречаются растения с мутовчатым расположением листьев. При изучении вегетативного размножения растений на уроке можно использовать результаты опыта, поставленного в уголке живой природы.

С этой целью за месяц до урока надо отрезать и поместить в хорошо освещенный сосуд верхушки стебля, черенок стебля снизу, часть стебля с двумя мутовками, часть стебля с одной мутовкой, отрезок стебля между мутовками. За месяц от этих отрезков (кроме последнего) начинают расти новые стебельки.

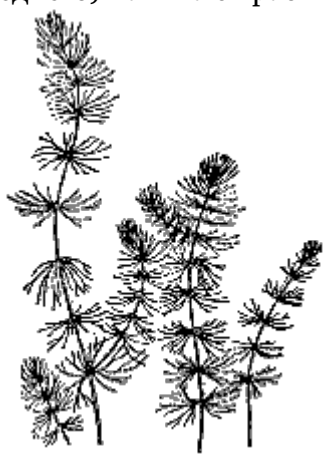


Рис. 7. Роголистник темно-зеленый

Роголистник темно-зеленый (семейство роголистные) — одно из самых распространенных растений в пресных водоемах нашей

страны и представляет исключительный интерес как пример полной адаптации к водной среде (рис. 7). Роголистник — единственное из наших водных растений, цветущее под водой. Как и другие растения этой группы, роголистник утратил тесную связь с почвой, корней у него нет. Изредка можно наблюдать отходящие от стеблей белые неветвящиеся нити, но они представляют собой видоизмененные ветки, играющие роль якоря.

Листья роголистника темно-зеленые, вильчато рассечены на 2–4 доли. На одной из сторон мутовками расположены беловатые зубчики. При демонстрации растения следует обратить внимание на радиальную симметричность мутовок. Стебли тонкие, ломкие, особенно к концу лета, тянутся на 30–80 см, густо ветвятся. Роголистник образует подводные леса в озерах, лесных болотах, речных заводях. Вся масса зарослей легкоподвижна, поэтому на быстрых течениях не растет, растения уносятся водой. Изредка летом при быстром реете отдельные верхушки игольчатых частей листа пронзают поверхностную пленку воды и выходят в воздушную среду, но остаются живыми, пока не обсохнут. Это единственная и не обязательная связь растений с воздушной средой. Цветет на широте Москвы в июле — августе. Цветки однодомные, мелкие, невзрачные, сидят в пазухах листьев. Тычиночные цветки образованы зелеными листочками околоцветника и тычинками (10–12, иногда больше), пестичные имеют 8 — 12 листиков в околоцветнике и один пестик. Пыльники на 1/3 заполнены воздухом. Созревая, они отрываются и благодаря воздухоносной полости всплывают (сравните с валлиснерией), но не до поверхности, а держатся около нее. В момент подъема пыльник раскрывается, пыльца попадает в воду. Ее плотность такая же, как у воды, поэтому она остается в стоячей воде на том уровне, где вышла из пыльника. Таким образом, поднимающиеся к поверхности пыльники заполняют пыльцой всю толщу воды до поверхности, а слабые течения в воде, волны в глубине от проплывших рыб и насекомых перемещают пыльцу в слоях воды горизонтально. На рыльцах пестичных цветков есть клейкие вещества, нерастворимые в воде, к ним прилипает пыльца. Опыление, следовательно, происходит легко, и с августа зреют снабженные шипиками плоды.

Роголистник легко размножается вегетативно. От каждого кусочка стебля с мутовкой листьев могут начать жизнь новые растения. Эти обломки легко переносятся птицами и другими животными, а также лодками из водоема в водоем. Зимует растение подо льдом, к осени вся заросль утяжеляется и опускается на дно. Верхушки стеблей, тесно сжимая верхушечные

листья, образуют своеобразную почку, которая может зимовать на стебле, а может отвалиться и опуститься на дно. Все эти особенности роголистника способствуют очень раннему пробуждению растения весной по сравнению с другими гигрофитами и быстрому заселению новых территорий и водоемов. Поэтому в ряде мест роголистник — главное растение водоема, затеняет и подавляет другие виды.

Роголистник образует летом большую биомассу: в районе Москвы в сырой массе — 4 кг/м^2, а в озере Севан — до 20 кг/м^2. В Средней Азии биомасса роголистника достигает 300 т/га. В природе служит субстратом для многих водных животных. В его зарослях скрываются мальки промысловых рыб, промысловые грызуны используют это растение в качестве корма. Измельченный и смешанный с мучной пылью роголистник, используется в корм домашней водоплавающей птице. В зарослях роголистника обильно развиваются личинки комара. В связи с ликвидацией в СССР очагов малярии такая особенность этого растения для нас не особенно важна, но в других странах, где малярия еще имеется, например в Индии, скопления больших зарослей роголистника создают благоприятные условия для развития личинок малярийного комара, обеспечивая им защиту и не препятствуя разрастанию фитопланктона, служащего им пищей.

Для аквариума из природного водоема роголистник лучше брать летом и не целые побеги, а молодые, хорошо развитые их верхние части. Период акклиматизации обычно длится до осени, но, пережив его, растения могут хорошо перенести зиму, хотя листья мельчают и все растение утрачивает свой прежний привлекательный вид. Во избежание гибели растений рекомендуется по мере их роста, отрезать и удалять из аквариума нижние части ветвей. Взятые из природы осенью побеги роголистника, как правило, не доживают до весны.

Пузырчатка обыкновенная (семейство пузырчатковые) распространена в европейской части СССР, Сибири, Средней Азии, на Кавказе и Дальнем Востоке. Растет в канавах, прудах и других водоемах с медленно текущей водой. Длинный ветвистый стебель без корней свободно плавает в воде около поверхности и бывает иногда длиной 1 м. Листья рассечены на нитевидные доли, некоторые из них снабжены пузырьками — видоизмененными долями листа. Пузырьки, сидящие на ножках, бледно-зеленого цвета, сжаты с боков, боковые стенки полупрозрачны. На пузырьке имеется отверстие, усаженное по краям жесткими, острыми щетинками, нижний край отверстия утолщен и имеет плотный выступ, вдающийся внутрь пузыря, с

верхнего края отходит тонкий прозрачный клапан, который, смыкаясь с выступом нижнего края, плотно закрывает отверстие. Клапан при малейшем давлении извне вдается внутрь и открывает отверстие, но вследствие упругости при прекращении давления сразу возвращается на старое место, перекрывая вход. Изнутри открыть клапан невозможно из-за выступа нижнего края отверстия. Эти пузырьки — ловчие камеры. Натыкаясь на клапаны, мелкие водные животные открывают клапан, проникают в пузырь и оказываются в западне (рис. 8).

Пузырчатка использует животные белки, так как воды, в которых она обитает, отличаются бедностью азотистых соединений. Однако причислить пузырчатку к растениям-хищникам можно лишь с некоторой оговоркой. «Охота» пузырчатки пассивна. Животное само нажимает на клапан и оказывается в пузырьке, выход из которого невозможен из-за конструкции клапана. Животное задыхается, погибает и разлагается. Образующиеся при разложении соки поглощаются стенками пузырька. В этом смысле пузырчатка существенно отличается от настоящих растений-хищников, например росянки, что дало повод Ч. Дарвину метко окрестить пузырчатку растением-стервятнником (питающимся падалью). Стенки пузырька выделяют особые ферменты и бензойную кислоту, предохраняющие погибшую жертву от загнивания, вызываемого микроорганизмами. Таким образом пузырчатка как бы консервирует жертву, обеспечивая длительное ее усвоение.

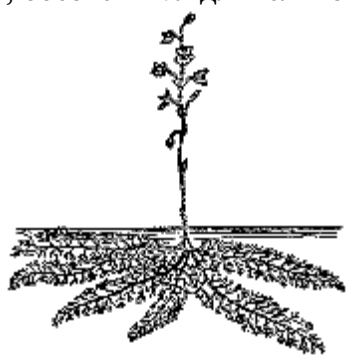


Рис. 8. Пузырчатка обыкновенная

Цветет пузырчатка летом. Желтые цветки поднимаются на высоких тонких цветоножках над поверхностью воды. Они неправильной формы, двугубые со шпорцем. Нижняя губа венчика длиннее верхней. Осенью листья на концах стеблей прекращают рост и складываются шаровидно, образуя простейшую зимующую почку. Растение опускается с холодами на

дно, теряет из полостей воздух, но почки сохраняют воздушные полости. Поэтому почка при зимовке направлена вверх. Весной она отрывается от гниющего стебля, всплывает и быстро начинает расти в теплых поверхностных слоях воды на ярком освещении.

В аквариумах пузырчатка хорошо живет в летние месяцы и при ярком солнечном освещении иногда зацветает. Сохранить в аквариуме пузырчатку обыкновенную зимой трудно. Но если остались почки, взятые осенью в природном водоеме, их держат в сосуде с водой на окне при температуре на 2–3 ˚С ниже комнатной. С наступлением весны при дополнительной подсветке почки трогаются в рост и молодые растения переносятся в аквариум. Учащиеся могут наблюдать пузырчатку обыкновенную в аквариуме от почки до образования новых почек.

Большинство растений семейства пузырчатковых распространены в тропических пресных водоемах, из них 2–3 вида прочно акклиматизировались в любительских аквариумах. Чаще других в аквариуме содержат пузырчатку горбатую. От пузырчатки обыкновенной она отличается более тонким и гибким стеблем и очень узкими и короткими листочками. Зимой хорошо чувствует себя в аквариуме при достаточной подсветке и температуре около 20 ˚С.

В пресных водах СССР обитает настоящее растение-хищник альдрованда пузырчатая. Это родственница широко известной росянки круглолистной, обитающей на болотах. Оба растения принадлежат к семейству росянковых. Альдрованда пузырчатая в СССР встречается на Украине, Кавказе, в дельте Волги, местами в Курской, Ленинградской областях, а также в Средней Азии. Растение плавает у поверхности, корней нет, листья на горизонтальном стебле расположены по 8–9 мутовками, черешок клиновидный, плосковатый, на конце ложковидная пластинка, которая может складываться. Возле пластинки длинные чешуйки. Обычно створки пластинки-клапана составляют угол 60˚. Край покрыт острыми щетинками, затем идет зона выделяющих слизь железок, зона без железок и, наконец, зона с переваривающими железками и чувствительными щетинками. При складывании пластинок две зоны плотно смыкаются, а вогнутая — образует полость.

Механизм активной охоты у этого растения таков. Щетинки воспринимают раздражение и приводят в движение аппарат сведения пластинок. При раздражении только внешних щетинок пластинки сходятся медленнее, при раздражении и внутренних — быстрее и плотнее. Створки замыкаются герметически. Пойманное мелкое животное бьется в полости, своим движением раздражая щетинки и вызывая еще более сильное смыкание

створок. Это же раздражение запускает в действие пищеварительные щетинки, они выпускают особый фермент, убивающий и переваривающий добычу. По завершении поглощения соков возбуждение спадает и створки раскрываются, непереваренные остатки смываются с пластинок водой.

Альдрованда хорошо растет и вегетативно размножается в аквариумах с верхним освещением лампами накаливания. Скопления пузырчатки у нас и в тропических водоемах— благоприятный биотоп для развития личинок комаров. Ареал альдрованды разорван не только на территории СССР, но и за ее пределами (местами в ГДР, Польше, Северной Италии, Южной Франции, в болотах Бенгалии, в тропической части Восточной Австралии). Это растение находится под охраной.

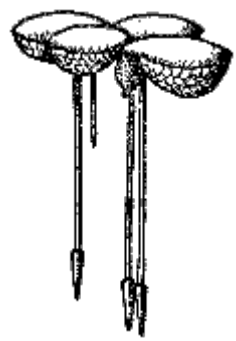


Рис. 9. Ряска трехдольная

Из семейства рясковых на территории СССР обитает пять видов. Ряска трехдольная живет целиком погруженная в воду. Ряска трехдольная в условиях школы — хороший объект наблюдения (рис. 9). Интересны ее морфология, оригинальный способ вегетативного размножения, условия перезимовки в аквариуме, значение для других обитателей искусственного водоема. Остальные виды рясок живут на поверхности водоема, соприкасаясь, как с водой, так и с атмосферой: ряска малая размером всего 2–3 мм, ряска горбатая 5–6 мм, спироделла многокорневая и вольфия бескорневая — 1,5 мм.

Зеленые пластинки рясок — это не листья, а видоизмененные стебли, принявшие на себя функцию фотосинтеза. Стебли ряски сравнивают с листьями кувшинок или водокраса: интересна конвергенция различных органов растений разных семейств, находящихся в сходных условиях обитания.

На экскурсии и на занятиях кружка следует внимательно рассмотреть растение. Стебель безлистный, округлый (у ряски малой — овальный). Из центра пластинки снизу отходит один

полупрозрачный корешок (у многокоренной — их несколько). Конец корешка заключен в конусовидный кармашек — противовес. Корешки обеспечивают устойчивость растения на поверхности водоема. Под лупой в тканях пластинки видны аэрокамеры, наполненные воздухом. Они способствуют плавучести пластинки. Проверить это положение можно на занятии — осторожно пинцетом взять ряску за корешок и заглубить. Отпущенная пластинка ряски всплывает. Летом пластинки ряски многокоренной снизу красные.

Красная окраска многих гигрофитов объясняется присутствием в клетках пигмента антоциана. При ярком освещении хлорофилл частично разрушается и антоциан экранирует хлорофилл от излишнего света. Колпачок ряски подобен по происхождению корневому чехлику наземных растений, но специфика обитания в воде привела к редукции внутреннего строения чехлика: исчезли подвижные крахмальные зерна — статолиты, осталась лишь внешняя часть — оболочка. Один из представителей рясковых — вольфия утратила и корешок.

Цветут ряски чрезвычайно редко. В связи с этим до начала XVIII в. даже ботаники относили ряски к водорослям[5]. Цветки ряски появляются на краю пластинки — стебля. Один женский и два мужских цветка сидят как бы в мешочке, и это соцветие рассматривают как крайне упрощенный початок. Найти цветок ряски — большая удача даже для ботаника. Он считается самым маленьким цветком в мире. За последние 200 лет в скандинавских странах зарегистрировано 33 случая цветения, в Польше — 2, в нашей стране — 26.

Плод ряски размером с маковое зернышко снабжен килем, с помощью которого недолго плавает и через один-два дня прорастает.

Обычно ряски размножаются вегетативно. На краю пластинки образуется почка, затем из нее развивается пластинка.

Зимой ряски хорошо растут в аквариумах, освещаемых электролампами. В природе пластинки опускаются под лед. Происходит это потому, что масса ряски равна массе воды при температуре +4 °C. По мере охлаждения воды аэрокамеры наполняются водой, ряска становится все тяжелее и, опускаясь, избегает вмерзания в лед. Быстрое развитие рясок может вызвать нежелательные последствия для других обитателей водоема, так как ряски препятствуют проникновению солнечного света и кислорода сверху, отчего страдают погруженные высшие растения, фитопланктон и животные, которым для дыхания необходим атмосферный кислород.

Умеренное развитие ряски создает благоприятные условия для жизни многих водных организмов. Ряски значительно способствуют обогащению воды кислородом, что можно проверить в условиях уголка живой природы.

Ряска как в природе, так и в аквариуме служит хорошим убежищем для многих беспозвоночных животных и мальков рыб. Многие животные употребляют ряску в пищу (рыбы, птицы, ондатра и др.). Ряска используется и как дополнительный корм свиньям и домашней птице. Особой питательностью отличается ряска малая. В сухой массе ее содержится до 25 % банков, до 4–5 % жира, 30 % безазотистых экстрактивных веществ, до 20 % клетчатки и 18 % золы.

Ряску заготовляют и как добавку к силосу, используют также для приготовления кормовой муки. Употребляют ее и в качестве зеленого удобрения.

Рис. 10. Водокрас лягушачий

Вторую группу составляют водокрасы, лимнобиумы и телорезы. Водокрас, или лягушатник (семейство водокрасовые), — обычное растение стоячих и слабопроточных вод Средней России. Встречается даже в мелких водоемах и дренажных канавах вдоль шоссе (рис. 10).

Водокрас имеет округлые с сердцевидным вырезом у основания ярко-зеленые выпуклые пластинки листьев, лежащие на поверхности воды. При ярком солнечном освещении на поверхности листьев проступают пунцовые пятна антоциана или же листья приобретают общий оливково-коричневый оттенок. При освещении молодые листья могут быть розовыми, красноватыми — антоциан защищает в молодых листьях хлорофилл от разрушения избыточным освещением. Черешки листьев длиной 5 — 10 см отходят розеткой от короткого стебля 1–2 см. Вниз от стебля опускаются немногочисленные толстые неветвящиеся белые корни, покрытые белыми волосками. От стебля отходят и боковые побеги, из почек на их концах развиваются дочерние кустики. Часто, потянув за одно растение, можно вытащить целую

цепь из 10–15 растений-потомков. Осенью на концах столонов почки не развиваются (задержку вызывают сокращение освещенности и холодная вода), а обилие питательных веществ делает такую почку более тяжелой. Оторвавшись от материнского растения, почки плавно опускаются ко дну и останавливаются у поверхности грунта. Весной с увеличением освещенности и температуры воды активизируется фотосинтетический процесс в почках, в специальных полостях накапливается воздух, почка становится легче воды, устремляется к поверхности и вскоре выпускает первый плавающий лист. Водокрас может зимовать в аквариумах при электроосвещении, но сильно мельчает зимой. Гораздо устойчивей для аквариумной культуры его американский родственник лимнобиум, или трианея, который при электроосвещении хорошо растет круглый год.

Рассматривая водокрас или лимнобиум, обратите внимание на лист. Лист обеспечивает связь этого пришельца в воду с воздушной средой. Поверхность гладкая, выпуклая, покрыта восковым налетом, отчего лист не смачивается (показать это можно, слегка заглубив лист палочкой в воду — он тотчас всплывет на поверхность; старые листья постепенно погружаются, отслужив свою службу). На верхней стороне много устьиц, испарение идет непрерывно: во-первых, не надо экономить влагу, как наземным растениям; во-вторых, непрерывное испарение обязано сильному восходящему току от корней к листьям. Если чистое, с белыми корнями растение поместить в мутную воду, уже через час волоски на корнях покрываются частицами мути, что показывает, с какой силой тянут корни воду.

В аквариумах с плотным покрытием поверхности воды листьями водокраса или лимнобиума листья располагаются на поверхности воды горизонтально: молодой, свернутый лист начинает еще под водой отклоняться в сторону от вертикальной оси. Отошедший в сторону черешок выносит постепенно разворачивающийся лист к поверхности по касательной. При плотной засадке лист выходит наполовину из воды еще свернутым, черешок уплотнен, острие свернутого листа действует наподобие шила, протыкая закрытую листьями поверхность, отклонение листа в сторону от оси стебля незначительно. Сначала лист поднимается наполовину из воды, затем начинает отклоняться на черешке, а листовая пластинка одновременно разворачивается. Таким образом каждый молодой лист оказывается обязательно над более ранними листьями, обеспечивая растению прогресс в росте и завоевании пространства. Эту приспособленность водных растений с плавающими листьями к разной плотности посадки можно

использовать при объяснении материала по экологии в курсе общей биологии.

Розетки лимнобиума в аквариуме редко превышают в диаметре 5–8 см. Тропическую красоту этого растения можно увидеть теплой весной и летом в водоеме, плотно прикрытом парниковой рамой, на ярком солнце, Тогда маленький лимнобиум достигает в диаметре 20–25 см, а листья приобретают пунцовую окраску.

Телорез сабуровидный (семейство водокрасовые) широко распространен в пресных водоемах нашей страны и интересен прежде всего своим историческим возрастом — близкие ему формы жили еще в третичный период.

На краях листьев расположены жесткие иглы, которые могут больно поранить тело человека. По сходству с известным комнатным суккулентом алоэ (по внешнему виду) распространено и другое его русское название — водяное алоэ. Листья телореза жесткие, ломкие, саблевидно изогнутые, в сечении (особенно у основания) трехгранные, конец сильно заострен. Листья собраны в густую розетку от короткого мясистого толстого стебля (длина его до 1,5 см, диаметр до 5 см), внизу которого расположено и жесткое корневище. Корни — длинные белые нити без разветвлений, обычно 3–6 нитей длиной до 30 см. Общий размер растения без корней до 40–45 см. Размножается преимущественно вегетативно. Телорез — двудомное растение, но встретить одновременно в водоеме и тычиночные и пестиковые экземпляры довольно трудно: обычно бывают либо те, либо другие. Цветки крупные (диаметром до 2,5 см), белые, трехлепестковые, мужские со «многими тычинками, женские с пестиком, окруженным недоразвитыми тычинками (стаминодиями). Вегетативное размножение осуществляется образованием дочерних кустиков на побегах, которые появляются из влагалищных почек. Осенью на материнском кусте образуются зимующие почки, но отделяются не они, как у водокраса, а листья материнского растения. Отпадают и его корни. Остается корневище с почками, оно опускается на дно для зимовки. Весной из почек прорастают новые кусты, они используют питательные вещества корневища. В разгар лета колючие листья телореза покрывают огромные пространства водоемов. Вегетативное размножение вполне обеспечивает биологический прогресс этого вида и свидетельствует о его высокой стойкости: часто под густым покровом телореза гибнет другая водная растительность.

Рис. 11. Телорез алоевидный

Интересен механизм вертикальной миграции телореза.

Весной, с увеличением освещенности, возрастает фотосинтетическая деятельность в почках, и они заполняются воздухом. Зимующее корневище становится легче воды и всплывает к поверхности. Из нескольких почек на одном корневище образуются листовые розетки. Они плавают около поверхности. Листья светло-зеленые, погруженные, ломкие. Разрастаются свободно свисающие вниз корни. Созреванию бутонов предшествует утолщение листьев, они уже не так саблевидно изогнуты, концы их направляются вверх, все большее число новых листьев появляется над поверхностью воды, сначала кончиками, а потом и на всю длину. В толстых надводных листьях увеличивается количество аэрокамер, что вызывает приподнимание всего куста за пределами водной среды (рис. 11). Цветки раскрываются над водой. После оплодотворения или отцветания всех цветков этого лета растение начинает медленно опускаться в воду. Надо обратить внимание и на такие особенности водяного алоэ: при погружении корни растения могут коснуться грунта и тогда врастают в него, препятствуя последующему всплытию; при образовании густой переплетенной дерновины в результате бурного вегетативного размножения телорезы могут и не погружаться после цветения. В обоих случаях форма куста меняется: вместо розетки раскинутых в стороны

листьев они направлены вверх, и лишь слегка расходятся в стороны их концы. Такие растения могут нормально существовать либо укорененными в грунте, либо в сообществе поддерживающих друг друга растений. Отдельный такой куст плавает у поверхности на боку, а иногда и вверх корнями. Естественно, что вертикально мигрировать он не может.

К осени с уменьшением освещенности телорез вновь приподнимается к поверхности воды, но, как правило, уже не выходит листьями в воздушную среду. Летние надводные листья из-за обильного образования антоциана могут приобретать вишнево-свекольный оттенок и заросли телореза представляют в этот период изумительное по красоте зрелище.

Телорез интересен не только как экскурсионный объект, но и как объект работы в уголке живой природы. Из природного водоема можно перенести в школьный аквариум растения на разных этапах вегетации. Содержать их надо в чистой прозрачной воде, на ярком освещении (желательно использовать электроподсветку). К сожалению, телорез в аквариуме долго не живет, более или менее быстро погибает. Но можно сохранить растения при хороших условиях несколько месяцев. Поиски оптимальных условий наиболее длительного сохранения этого растения в аквариумах — одно из возможных заданий во внеклассной работе. Получение из собранных осенью со дна водоемов корневищ с почками новых растений ранней весной — другое задание. Вертикальной миграции телореза в аквариуме пока не наблюдалось. Возможно, что кому-то из юннатов удастся наблюдать и зафиксировать это явление.

Телорез, водокрас и валлиснерия — три представителя семейства водокрасовых — имеют общего предка. Они в разное время и в разных условиях приспосабливались к существованию в водной среде, чем объясняется их анатомическое и экологическое различие. Как и элодея, телорез может выделять необходимые вещества из бикарбонатов, при этом листья его покрываются серой известковой корочкой. Опадая на дно летом, опускаясь с гибнущими листьями осенью, эти отложения пополняют осадочный слой так называемого озерного мела. Известковую корочку на листьях можно предложить учащимся обнаружить на экскурсиях. Измельченный и смешанный с отрубями или картофелем телорез с большим успехом применяется для откорма свиней. Летом растение быстро наращивает биомассу за счет активного вегетативного размножения, а густые плавающие дерновины этого растения можно легко собирать и заготавливать с поверхности водоемов. Урожайность телореза достигает к концу лета 10–13 кг биомассы на 1 м^2 поверхности водоема. Зола

растения содержит 30,8 % калия, 10,7 % извести. К сожалению, этот вид добавки к кормам в животноводстве пока используется очень слабо.

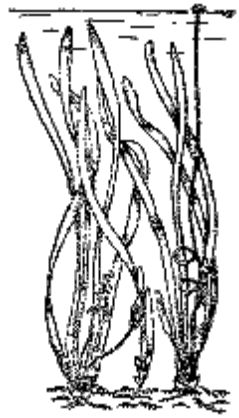


Рис. 12. Валлиснерия гигантская

Третью группу аквариумных растений представляют растения рода валлиснерия и уруть. Почва — один из необходимых факторов жизни этих водных растений в природе. В связи с этим в аквариумных условиях при их содержании нужно уделить внимание грунту. Можно в отдельных случаях растения сажать в горшочки с землей и сверху засыпать ее слоем песка.

Валлиснерия спиральная — широко известное аквариумное растение семейства водокрасовых. В культуре несколько видов. Валлиснерия встречается в водоемах тропиков и субтропиков, в СССР — в дельте Волги, на юге и юго-западе европейской части Союза, в Средней Азии (бассейны Амударьи и Сырдарьи, в ряде озер и даже в опресненных морских заливах). Листья ярко-зеленые, линейные, центральная жилка не заметна, конец листа закруглен, в лупу видны по кромке конца зубчики. Корневая система развита, корни тонкие, белые, узловатые, расположены пучком. Размножается боковыми побегами, на концах которых почка. Из нее развивается дочернее растение, от него через некоторое время отходит новый побег и т. д. В природе достигает в высоту 1 м при ширине листьев до 8 мм, в аквариуме мельчает (до 30–40 см). В аквариумах любителей распространены еще 4 вида. Один из них имеет спирально закрученные плотные листья, растет и размножается сравнительно медленно — азиатская валлиснерия. Два вида представлены гигантскими растениями — гигантской валлиснерией из Новой Гвинеи (рис. 12) и красной валлиснерией из Флориды и Кубы — валлиснерией неотропикалис. В аквариумах длина листьев у обеих достигает

2,5 м при ширине листа до 2 см. Первая имеет зеленые листья с характерным утолщением в виде валика по краю, у второй валика нет, лист коричнезо-красный, вишневые жилки образуют на нем красивый рисунок. В аквариумах валлиснерии четырех видов растут без проблем, кроме случаев соприкасания воды с ржавчиной; замедленно растут они и в очень мягкой, кислой воде.

На примере валлиснерии можно показать приспособленность растения к жизни в водной среде. Листья лишены несущих прочных конструкций и без воды сразу опадают, быстро вянут. В то же время лист обладает большой прочностью на растяжение — течению воды, водным животным не так-то просто его порвать. Без воды, в полупогруженном состоянии это растение не может существовать. Оно — настоящее водное. Но валлиснерия не утратила связи с воздушной средой и выносит к поверхности генеративные органы. Растение двудомное, цветки — на концах подводных цветоножек и заключены в особые пузыри из двух плотно сомкнутых прицветников. В пузыре пестичного растения — один цветок, в каждом пузыре тычиночного их несколько. Тычиночные цветки очень мелкие, и те и другие невзрачные. Женская цветоножка удлиняется и выносит цветок к поверхности, где он раскрывается в воздушной среде. Тычиночные цветки постепенно отрываются и всплывают. В воде они похожи на шарики, на поверхности цветок раскрывается. Ветер подгоняет его к женскому цветку, раскрытому чуть выше поверхности воды. Пыльца попадает на рыльце, оплодотворенный цветок уходит под воду за счет спирального скручивания цветоножки (отсюда и название — валлиснерия спиральная). Плоды развиваются у самого дна. В культуре обычны пестичные растения, за исключением красной валлиснерии (встречаются экземпляры обоих полов). Поэтому оплодотворение в аквариумах увидеть трудно, хотя цветут растения регулярно. Чаще цветение наблюдается в аквариумах, глубина которых превышает 60 см.

Валлиснерия — незаменимый объект при демонстрации на уроках выделения растением кислорода в процессе фотосинтеза. Описанный в учебнике ботаники процесс выделения кислорода элодеей на свету не всегда успешно проходит. Более удачно осуществляется этот процесс у валлиснерии. Для наблюдения надо взять сильный куст валлиснерии и срезать у него верхнюю часть листьев. Вскоре из сосудов на срезе к поверхности устремляется цепочка мелких пузырей. Это выделяется кислород.

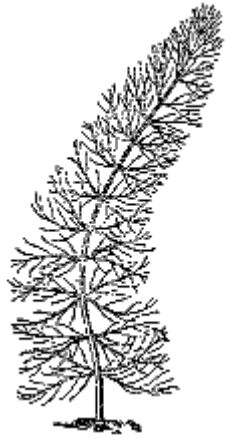


Рис. 13. Перистолистник разнолистный

Уруть, или перистолистник, — растение семейства сланоягодниковых: его листья значительно мягче по сравнению с жесткими иглами роголистника. Вынутый из воды, роголистник сохраняет свою форму — эластичные листочки урути спадают и слипаются в кисточку. Впрочем, это касается только подводных, нежных, перисторассеченных листьев. Стебли этого растения, достигнув поверхности, могут выходить в воздушную среду. Особенно это характерно для тропических видов перистолистника. В этом случае происходит сложная перестройка анатомии растения, в стеблях образуются твердые несущие тяжи, листья укорачиваются и в воздушной среде сохраняют упругость (рис. 13).

На примере урути, которая иногда выносит свои стебля на поверхность воды, видно, что резкой границы у экологических групп водных растений нет[6]. В каждой группе можно встретить растение, имеющее некоторые черты, свойственные представителям другой экологической группы. В данном случае уруть иногда бывает связана с воздушной средой, как растения четвертой группы, о которой речь пойдет дальше. Как и большинство водных растений, уруть размножается преимущественно вегетативно, ветвлением стеблей. Отдельные веточки, кусочки стебля с одной мутовкой листьев дают начало новому растению. Количество перисторассеченных листьев в мутовке служит видовым признаком. Корневая система развита слабо, обычно это толстые белые извилистые корни-якоря. У больших кустов с сильным разветвлением многих стеблей развивается и довольно мощная корневая система. Выход верхушек стеблей над поверхностью воды также стимулирует

развитие корневой системы растения.

Осенью уруть образует зимующие почки — верхушки стеблей с плотно сложенными листьями. Эти почки могут оставаться на растении, но чаще стебель в их основании надламывается и они опускаются на дно. Собранные осенью в водоемах, эти почки быстро двигаются в аквариуме в рост и растут круглогодично, не останавливая рост и зимой, если аквариум освещается электросветом. Тропические виды перистолистников хорошо растут при электроосвещении аквариума тоже круглогодично.

Поднятые над водой стебли несут зачатки цветочного колоса. Цветки разнополые, в нижней части колоса — пестичные цветки, в верхней — тычиночные. Опыление происходит либо при помощи ветра, либо при колебании плавающих колосков волнами. Есть сведения, что порой цветки опыляются и в воде, когда колос не достигает поверхности.

Среди представителей четвертой группы аквариумных растений, связанных с водой, почвой и атмосферой, интересна кабомба. Сейчас это одно из распространенных и хорошо известных аквариумистам растений. Родина его — субтропические и тропические районы Америки. Род кабомба представлен в аквариумной культуре рядом видов, точное определение которых в условиях школьного аквариума излишне. Этот род образует самостоятельное семейство кабомбовых, а ранее был включен в семейство нимфейных.

Внешне растение состоит из тонких, длинных (до 2 м) стеблей, более или менее густо облиственных. Листья глубоко рассечены, расположены супротивно; у некоторых видов в мутовках по три листа. Около поверхности растение образует надводные белые или желтоватые небольшие цветки на коротких цветоножках. Почему же это столь своеобразное, более похожее на перистолистник растение объединялось с нимфеями? Внешний вид нимфей-кувшинок хорошо знаком каждому школьнику. Дело в том, что у кабомб тоже есть похожие на нимфейиые плавающие листья, они невелики, возникают на верхушке стебля перед самым цветением.

Представители пятой группы — земноводные растения стрелолист и гигрофила.

Рис. 14 Стрелолист обыкновенный

Стрелолист обыкновенный (семейство частуховые) — типичное земноводное растение нашей страны. Растет как в воде у берегов, так и в прибрежной зоне. Онтогенетические этапы развития стрелолиста соответствуют определенным сезонным изменениям. Семена прорастают весной на хорошо прогреваемом мелководье, на заливных лугах, в поймах или осенью в русле небольших речек, водоемов. Молодые, полностью погруженные листья очень похожи на листья валлиснерии — линейные, гибкие, мягкие (явление конвергенции). Отличить эти два растения в аквариуме иногда трудно с первого взгляда. У всех стрелолистов (аквариумные культуры растений этого рода называют обычно сагиттарии) более или менее четко проглядывается центральная жилка листа, конец заострен более резко, чем у листа валлиснерни. Линейные листья — это ювенильная листовая форма.

У стрелолиста обыкновенного по мере развития растений листья все удлиняются, и в русле рек доходят до поверхности, стелются около нее, иногда и на ней (верхняя часть концов листьев выходит на поверхность, высыхает и приобретает несмачиваемость). На этом этапе развития растения достигают солидной длины (например, в протоках Невы — до 1,5 м). Затем на смену мягким линейным выходят на мягких черешках более плотные, овальные, несмачиваемые сверху листья: они плавают на поверхности воды. Жесткие несущие черешки листа овальные, а позднее ложкообразные и поднимаются над водой. Последняя стадия — появление стреловидных листьев. Вслед за ними растение выносит над водой соцветие (рис. 14). Когда спадает вода, растения сбрасывают лентовидные листья и на упругих

несущих черешках образуют овальные, а потом стреловидные листья. В зависимости от уровня воды это может произойти на разных этапах онтогенеза. Поэтому в русле рек стрелолист образует мощные подводные кусты высотой до 2 м с лентовидными листьями, цветки поднимаются над водой. На осушенной территории растут и большие и мелкие растения со стреловидными листьями, многие из них так и не успевают зацвести до холодов.

В аквариумной культуре несколько видов сагиттарий (стрелолистов) — стрелолист плавающий, распространенный широко по территории СССР, ряд видов из тропической и субтропической Америки. Плавающая сагиттария перед цветением — и то не всегда — образует овальные плавающие листья. Большинство же сагиттарий в аквариумах сохраняют ювенильную форму линейных листьев. Для получения надводных форм листьев надо усилить освещение и постепенно снизить уровень воды, сохраняя высокую влажность воздуха, в этом случае образуются овальные листья. В аквариуме хорошо наблюдать за перестройкой конструкции черешка и листа при переходе от погруженного положения к полупогруженному.

Стрелолист обыкновенный широко используется в хозяйственной деятельности человека. Клубни его содержат 27–33 % крахмала, 10–11 % белков, свыше 3 % сахара, 0,44 % жиров. В СССР практически в пищу не употребляется (употреблялся ранее на Руси), а в Китае и Японии клубни стрелолистов готовят в печеном и вареном виде, один из подвидов стрелолиста специально культивируют. Вареные клубни по вкусу напоминают каштаны. В Китае из клубней делают муку. Высушенные, обжаренные и размолотые клубни хорошо заменяют кофе. Мучнистые корневища идут на корм водоплавающей птице. В Японии выведена культурная форма для оформления водоемов, на соцветиях этих растений белые махровые цветки в поперечнике до 2 см.

На экскурсиях нельзя путать болотное растение частуху со стрелолистом и допускать, чтобы учащиеся брали в рот листья, черешки, корневища частухи или попытались сварить «на пробу» ее корневище, клубни. В отличие от стрелолиста частуха ядовита!

Гигрофила — род тропических прибрежных растений семейства акантовых. Оно влаголюбивое («гигро» — влага), но не водное. В природе обитает по берегам водоемов с колеблющимся уровнем воды, а в тропиках эти колебания достигают 5 — 20 м. Разные виды этого рода распространены в тропических зонах Азии и Америки.

Стебель тонкий, ветвится; листья супротивные, овальные, с

закругленным концом у одних видов, длинные, ланцетовидные, с острым концом у других; размер листьев колеблется в зависимости от вида от 5 до 15–20 см.

Приспособление к широкому распространению, завоеванию новых ареалов проявляется у гигрофил в их удивительном вегетативном размножении. У этих растений не только черешок или обломок стебля может дать начало новому растению, но и мельчайшая часть листа.

В природе семена этого растения расселяют птицы и другие животные.

Используя сравнительно небольшую группу растений, учитель может существенно оживить уроки биологии (и не только по курсу ботаники), способствовать развитию интереса к предмету у учащихся, развить их способность творчески осмысливать биологические закономерности и понятия.

Глава II. Аквариумные животные: биологические особенности и использование в учебном процессе

Простейшие

Название типа в наше время можно считать условным. Возможности современной увеличительной техники позволили установить, что и по строению, и по своим физиологическим отправлениям простейшие не так уж просты. При сравнении клетки человека и простейшего видны одни и те же органоиды.

Самые характерные признаки животных этого типа — их одноклеточность и микроскопичность. Морфологическое многообразие также свойственная им черта. Есть виды, напоминающие бесформенные комочки, кляксы (амебы), а есть виды, отличающиеся геометрически правильной структурой (лучевики). Анатомически простейшие похожи на клетки многоклеточных организмов, но физиологически это самостоятельные организмы, активно взаимодействующие с окружающей средой. В процессе длительной эволюции они хорошо приспособились к ней, благодаря чему смогли дожить до наших дней, выдерживая постоянную конкуренцию в борьбе за существование с организмами других типов.

Среди приспособительных признаков простейших к среде обитания прежде всего можно выделить следующие:

1) микроскопические размеры (служат добычей только самым мелким животным);

2) быстрота размножения (при благоприятных условиях у некоторых видов деление происходит через каждые 8 — 10 ч);

3) способность большинства из них образовывать цисту также микроскопических размеров, что обеспечивает быстрое и легкое расселение и переживание неблагоприятных условий.

Жизнь простейших, как и всех живых организмов, невозможна без постоянного обмена веществ с окружающей средой. Обмен веществ осуществляется специфическими органоидами. Некоторые из них можно рассмотреть на соответствующих уроках. Например, при изучении класса ресничных, или инфузорий, в качестве демонстрационного материала может быть представлена инфузория-туфелька с окрашенными пищеварительными вакуолями.

Для окраски используют краску конго-рот, акварельный кармин или мелко растертый древесный уголь. Красящее вещество добавляют в каплю настоя с инфузориями на предметном стекле и размешивают. Препарат закрывают покровным стеклом и рассматривают под микроскопом. Через несколько минут хорошо будут видны образующиеся пищеварительные вакуоли, в которые вместе с пищевыми

частицами попало красящее вещество. Из пищеварительных вакуолей в цитоплазму проникают питательные вещества и вода.

Жидкие продукты обмена веществ выделяются в окружающую среду через сократительные вакуоли. Эти образования нельзя сравнивать с органами выделения высших животных. Такие своеобразные «насосы», служащие для удаления избытка воды, свойственны только простейшим, в основном пресноводным. Цитоплазма простейших, живущих в пресной воде, имеет более высокую концентрацию солей, чем окружающая среда, и вода проникает внутрь животного путем осмоса. Многие морские простейшие не имеют сократительных вакуолей, потому что концентрация солей в морской воде и в их цитоплазме примерно одинакова. Закон осмоса не действует в данном случае. Избытка воды в клетке не образуется, необходимости в сократительных вакуолях нет.

На уроках по теме «Тип простейшие» можно наблюдать у амебы обыкновенной и инфузории-туфельки выбрасывание излишков воды, сократительные вакуоли и их деятельность и способы передвижения различных простейших. Подвижность этих животных обеспечивается биением микроскопических волосков — ресничек, жгутиков или медленным течением массы цитоплазмы (амебоидное движение).

У инфузорий-туфелек биение ресничек происходит в косом направлении, заставляя животное одновременно с поступательным движением вращаться вокруг продольной оси. Под микроскопом характер движения туфелек искажается, движение убыстряется. Чтобы представить, как на самом деле движутся инфузории, учащимся предлагается посмотреть на черном фоне пробирку с сенным настоем: инфузории движутся медленно и плавно.

У представителей класса жгутиковых (эвглена зеленая — урок «Класс жгутиковые») передвижение с помощью жгутика трудно рассмотреть на уроке. Учащиеся из рассказа учителя знают, что жгутик — это вырост цитоплазмы. Он ввинчивается в воду, увлекая за собой животное, которое при этом не только движется вперед, но и вращается вокруг своей продольной оси. На уроке можно рассмотреть жгутик. Для этого нужно к препарату с эвгленой добавить каплю йодной настойки.

Механизм амебоидного способа передвижения еще недостаточно изучен. Известно, что движется не вся цитоплазма, а только центральная ее часть, более жидкая. Более плотный слой цитоплазмы находится у поверхности клетки, но отсутствует на конце ложноножки (псевдоподии). Плотный слой способен сокращаться, выжимать в ложноножку более жидкую часть

цитоплазмы. Особенно хорошо виден такой способ передвижения у амебы лимакс.

На уроке можно наблюдать ответные реакции простейших на раздражение окружающей среды. Если у высших животных на раздражения отвечают какие-то специализированные клетки, то здесь реагирует вся клетка, т. е. весь организм. Наиболее показателен опыт с выбрасыванием трихоцист у инфузорий. Трихоцисты — длинные нити, выбрасываемые из цитоплазмы. Они помогают удерживать добычу, умерщвляют ее или имеют защитное значение. Трихоцисты вносят в ранку жертвы ядовитое вещество.

Для получения препарата с трихоцистами к препарату с инфузориями добавляют с одного края покровного стекла каплю уксуса, а с другого края при помощи кусочка промокательной бумаги, впитывающей настой, подтягивают уксус к центру препарата. При соприкосновении с химическим раздражителем инфузории выбрасывают трихоцисты.

При более длительных наблюдениях во внеклассной работе можно наблюдать размножение простейших. Обычно оно происходит путем деления. Инфузории-туфельке свойственно своеобразное половое размножение — конъюгация. Этот способ размножения наступает, как правило, при неблагоприятных условиях. Механизм его наблюдать в условиях школы невозможно.

Конъюгация — это еще не та форма полового размножения, когда две половые клетки сливаются в одну, а только процесс, при котором две инфузории обмениваются частями своих ядер. Конъюгация туфельки — прообраз оплодотворения яйцеклетки сперматозоидом, что характерно для более высокоорганизованных организмов. Уже на уровне одноклеточного организма половое размножение ведет к обновлению, в дальнейшем оно становится основой новой комбинации генов. Уже на уровне простейших были заложены возможности эволюции, формирование многообразия животного мира. При изучений курса общей биологии в теме «Развитие органического мира» пример с конъюгацией у инфузорий можно использовать для иллюстрация понятия об ароморфозах, при которых повышается жизнедеятельность организмов и расширяются возможности перехода в новую среду обитания.

При изучении простейших в курсе зоологии большое значение приобретает использование их в качестве раздаточного материала, что способствует развитию правильных представлений о форме, способах передвижения, строении этих удивительных животных. Очень важно показать учащимся эвглену

зеленую. Этот организм стоит на грани растительного и животного миров. Эвглене свойственны одновременно автотрофный и гетеротрофный способы питания. Предполагают, что жгутиковые ближе всего стоят к общему стволу предков растительных и животных организмов, остальные классы произошли от древних жгутиковых. Это доказывает наличие жгутиков у гамет некоторых саркодовых (корненожек). У инфузорий — самой сложной группы простейших — реснички по строению напоминают жгутики.

Знакомясь с характерными особенностями эвглены зеленой, сочетающей в себе признаки растительного а животного организма, учащиеся приходят к выводу, что растения и животные связаны между собой общим происхождением. В такой трактовке учебного материала об эвглене зеленой заложены большие воспитательные возможности атеистического плана.

При рассмотрении эвглены зеленой пользуются гигроскопической ватой. Прежде всего на предметное стекло накладывают несколько ее волокон, для того чтобы они ограничили движение эвглен. Потом на волокна наносят пипеткой каплю настоя с эвгленами и закрывают покровным стеклом. Препарат рассматривают при малом увеличении, затем при большом. На переднем конце тела эвглены хорошо видна вакуоль округлой формы и рядом с ней светочувствительный «глазок». В цитоплазме заметны мелкие хлоропласты и более крупные темной окраски, с запасом питательных веществ. Ядро, как правило, просматривается с трудом.

Наличие хлоропластсв указывает на признаки растительного организма, а признаки животного организма (гетеротрофность) можно определить во внеклассной работе. Банку с эвгленами помещают в темноту и добавляют в нее готовые органические вещества (несколько капель картофельного отвара). Через месяц рассматривают светлоокрашенных эвглен (хлорофилл в темноте разрушился). Как правило, все эвглены выживают.

Амеба протеус — крупный объект, в 1,5 раза больше эвглены зеленой. На предметном стекле ее легко раздавить покровным стеклом. Для того чтобы этого не случилось, на покровном стекле делают специальные ножки — на уголки очень осторожно наносят маленькие кусочки размягченного пластилина или воска. Рассматривают амеб под малым увеличением. При этом хорошо видны зернистая цитоплазма, находящаяся в постоянном движении, ложноножки и сократительная вакуоль. Увидеть ядро удается редко.

Инфузорий-туфелек учащиеся получают в пробирках и рассматривают их невооруженным глазом. Инфузории лучше

видны на черном фоне (используется черная бумага). Рассмотрение инфузории-туфельки невооруженным глазом создает реальные представления о ее размерах. Для детального изучения инфузории-туфельки учащиеся самостоятельно готовят препарат. На предметное стекло накладывают несколько волокон гигроскопической ваты с учетом того, чтобы из них образовались камеры, сковывающие движения туфелек. На волокна наносят пипеткой каплю настоя из верхнего слоя, где наибольшее скопление инфузорий, и закрывают покровным стеклом. Рассматривать туфелек лучше под малым увеличением, так как из-за их длины (около 0,2 мм) под большим увеличением не удается увидеть объект полностью.

В наиболее просторных камерах можно видеть поступательное движение туфельки. При этом учащиеся наблюдают вращение животного вокруг своей оси, как бы вбуравливающегося в воду. При внимательном рассмотрении можно видеть в середине тела туфельки ротовую впадину и на концах тела сократительные вакуоли, которые лучше видны при большом увеличении.

На уроке при изучении инфузории-туфельки учащиеся могут провести интересное наблюдение за хемотаксисом у инфузорий. Для этого учащиеся наносят на предметное стекло каплю настоя с инфузориями, рядом — каплю чистой воды и соединяют водяным мостиком вторую каплю с первой. У края капли с инфузориями помещают кристаллик поваренной соли. Через лупу учащиеся наблюдают, как все инфузории переплывают в каплю с чистой водой. Это простое наблюдение способствует развитию важнейшего биологического понятия о раздражимости живых организмов.

В массовых культурах могут оказаться различные простейшие, интересные по своим биологическим особенностям. Демонстрация их на уроках или во внеклассной работе способствует развитию общебиологического понятия о многообразии органического мира.

Инфузории. Трубач — одна из крупных инфузорий. Его длина достигает 1 мм. В отличие от всех других инфузорий, отличающихся, как правило, бесцветностью, трубач окрашен в зеленый или сине-голубой цвет. При плавании его форма тела бочонкообразная или грушевидная. При прикреплении к какому-либо предмету трубач изменяет форму и становится похожим на трубу. На переднем конце тела хорошо заметна ротовая воронка с предротовыми ресничками.

Спиростомум можно рассмотреть невооруженным глазом. Его размер иногда достигает 2 мм. Тело червеобразной формы,

сероватой окраски. Под малым увеличением микроскопа хорошо видны предротовые реснички и ротовое отверстие, расположенное в средней части тела. На заднем конце хорошо видна сократительная вакуоль, занимающая 1/4 тела.

Бурсария также относится к крупным инфузориям. Размер ее до 1 мм. Тело бочкообразной формы и бесцветно. Под микроскопом хорошо видны лентовидное ядро и темные пищеварительные вакуоли. На переднем конце ясно различимы предротовые реснички и рот.

Стилонихия мельче других инфузорий — в среднем 200 мкм. Узнать ее можно по ресничкам-щетинкам, при помощи которых стилонихия передвигается, опираясь на грунт. Особенно хорошо видны 3–4 щетинки на заднем конце ее тела.

Жгутиковые. Одиночные жгутиковые очень мелки. Размеры их от 50 до 10 мкм. Узнать их можно при малом увеличении микроскопа по овальной и веретеновидной форме тела и характерному для них способу передвижения — покачивание из стороны в сторону. В массовых культурах наиболее часто встречается эвглена окус, эвглена оксиурис.

Корненожки. Амеба лимакс имеет диаметр примерно 100–200 мкм. Интересна тем, что по сравнению с другими амебами очень активна в движении. Под малым увеличением микроскопа видно, как амеба лимакс выпускает в одну сторону прозрачную широкую ложноножку, переливается в нее и опять выпускает ложноножку. Амеба лимакс, как и амеба протеус, относится к голым амебам.

В массовых культурах простейших можно встретить раковинных корненожек.

Арцелла. Раковина у арцеллы округлая, в диаметре 100–200 мкм с отверстием для выхода ложноножки. Окраска арцелл может варьировать от светло-желтой до желтой или даже бурой.

Диффлюгия. Размер от 100 до 400 мкм. Форма тела овальная или грушевидная. Раковина построена из мельчайших песчинок.

Из всех водных животных простейшие наиболее доступны для разведения и содержания в живом уголке Их можно получить в любое время года, в любом количестве и в условиях любой школы.

В воде аквариумов всегда присутствуют простейшие разных видов, но там, где содержат моллюсков, членистоногих, средних и крупных рыб, их больше. В аквариуме с мальками рыб или рыбами с особым фильтрующим устройством в жаберном аппарате (например, рыбки из бассейна Амазонки — нанностомусы) их значительно меньше.

Известно также несколько несложных по своей методике способов получения массовых культур простейших, на основе

которых можно получить чистые культуры.

При разведении простейших необходимо соблюдать следующие правила: 1) использовать воду естественных водоемов, в крайнем случае отстоянную из водопровода; 2) для гарантии получения культур закладывать их в 2–3 аквариума; 3) аквариумы закрывать сверху стеклом; 4) ставить их в теплое место при температуре 20–25 °С; 5) выдерживать культуры 2–3 недели.

Культуры простейших выращивают на разных субстратах.

1. Культура на придонном иле естественных водоемов. В конце августа — начале сентября в аквариум из водоемов — прудов, канав, больших луж, заводей рек — помещают небольшую порцию придонного ила и заливают водой из того же водоема. При зарядке аквариума удаляют всех видимых животных, даже таких мелких, как дафнии и циклопы. При удалении их используется марля, через которую процеживают раствор ила.

Культуру простейших можно получить и зимой, взяв ил через прорубленный лед недалеко от берега.

2. Культура на настое сена. Луговое сено (лучше 2 — 3-летней давности) или сенную труху заливают водой комнатной температуры из расчета 1 стакан трухи или нарезанного сена на 1 л воды.

3. Культура на настое навоза. Полежавший несколько дней на воздухе навоз заливают водой: на 1 часть навоза — 5 частей воды.

4. Культура на настое почвы. Хорошо удобренную огородную или садовую землю размешивают с небольшим количеством воды в течение 2–3 суток. Еще дней через 5 можно снимать простейших с поверхностной пленки настоя. В таком настое особенно много амеб.

5. Культура на настое банановых корок. 1–2 банановые корки (можно сухие) заливают 1–2 л воды.

Чистые культуры простейших также выращивают несколькими способами.

1. Культура инфузории-туфельки и эвглены зеленой. Измельченное луговое сено (для эвглены лучше из тимофеевки) небольшими порциями закладывают в химические колбочки и заливают водой. Колбочки закрывают ватными пробками и кипятят 15–20 мин, В тепле (20–25 °С) через 3–5 суток на поверхности отвара появляются пленки с бактерией сенной палочки. В такой отвар пипеткой, максимально соблюдая стерильность, переносят инфузорий-туфелек или эвглен зеленых из массовой культуры. Колбочки с чистой культурой следует оставить закрытыми. Через неделю в колбочках в массовом количестве разовьется чистая культура. Бактериальной пищи в отварах сена хватает простейшим от четырех недель до двух

месяцев. По истечении этого времени в случае необходимости можно сделать пересев культуры в новый отвар сена. Перед посевом культуры обычно проверяют при помощи лакмусовой бумажки реакцию в колбочках. Если она окажется кислой, в колбочки добавляют по 2–3 капли 10-процентного раствора пищевой соды.

2. Культура инфузорий-туфелек на молочном растворе. В тщательно вымытой стеклянной банке приготавливают молочный раствор из расчета 5 — 10 капель снятого молока (со дна бутылки) на 100 $см^3$ воды, хорошо размешивают его и разливают по пробиркам. После перенесения в пробирки с молочным раствором инфузорий-туфелек пробирки закрывают рыхлыми ватными пробками и оставляют в тепле на 5–7 суток.

3. Культура амебы протеус. В новые или очень хорошо вымытые чашки Петри помещают 5 сырых зернышек риса, заливают их кипяченой водой и помещают в теплое место. Дней через 5 в настой риса пересаживают амеб, найденных в массовых культурах. В настое риса амебы хорошо живут 3–4 недели. По истечении этого срока их нужно переселять в новый настой.

Кишечнополостные

Изучение этого типа имеет большое познавательное мировоззренческое значение. На примере представителей кишечнополостных учащиеся видят эволюционное становление и дальнейшее совершенствование животного мира.

Кишечнополостные — это многоклеточные животные. Они обладают некоторыми специализированными клетками, выполняющими разные функции, но простота их организации (наличие только двух слоев клеток, многие ткани находятся только в зачаточном состоянии, диффузность нервных клеток, отсутствие органов) указывает на принадлежность их к низшим многоклеточным животным.

В любительском аквариуме гидры — нежелательные гости; в школьном — один из интереснейших объектов для наблюдений и экспериментов. Появляются они в аквариумах случайно с кормами, прудовыми растениями (рис. 15). Выловленные из природных водоемов, гидры хорошо живут в любых сосудах с чистой водой и растениями. Их собирают в конце лета — начале осени с растений (злодея, листья кувшинок, рдест и др.). Здесь же набирают в банки воду и дают ей отстояться на твердом грунте. Если в банку с растениями попали гидры, то через 20–30 мин они расправят тела и щупальца и станут хорошо заметны через лупу или даже невооруженным глазом. Если гидр не окажется в банках, нужно собрать растения в другом месте.

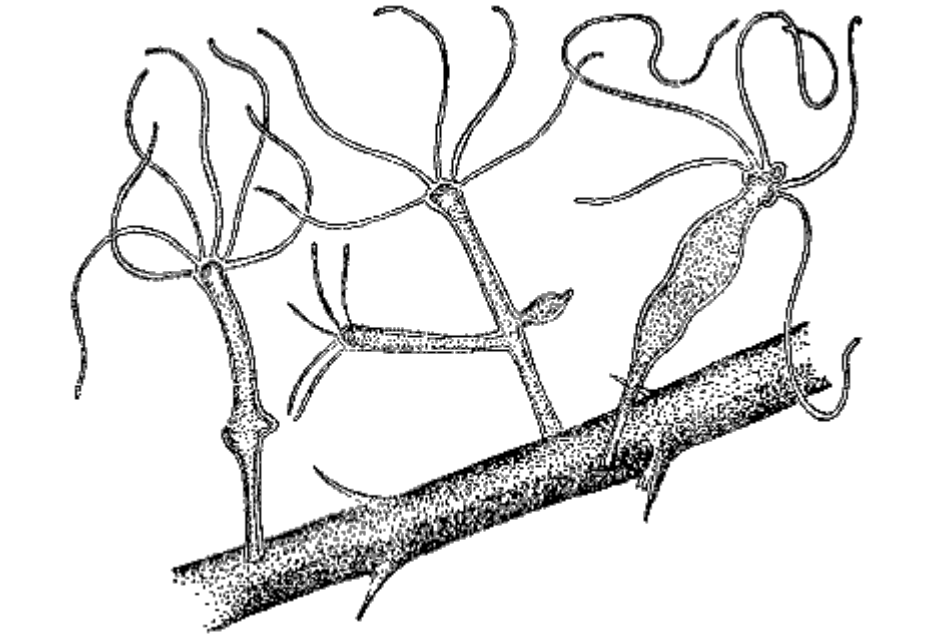


Рис. 15. Гидры на растении

Извлекают гидр из сосудов при помощи стеклянной трубки с оплавленными концами. Один конец трубки плотно закрывают пальцем и опускают ее в воду рядом с гидрой. Нижним концом трубки осторожно сдвигают гидру с места, отрывая ее подошву от грунта. Сразу же устанавливают трубку над гидрой и быстро отпускают палец, которым было закрыто верхнее отверстие. Вода вместе с гидрой поднимается в трубку. Закрыв опять трубку, вынимают ее из воды и переносят в отдельный аквариум, где освобождают гидру.

Кормят гидр живыми циклопами, которых можно вылавливать и зимой в проруби. Для кормления используют также мелких дафний, трубочника, кусочки дождевых червей. При отсутствии живого корма гидр можно кормить мелко нарезанными кусочками мяса или рыбы, которые подносятся пинцетом к щупальцам гидры. После кормления гидр со дна аквариума при помощи стеклянной трубки удаляются все остатки пищи, так как гидра совершенно не переносит среды с разлагающимися органическими веществами. Необходимо также периодически менять часть воды в аквариуме с гидрами. При кормлении один раз в 2–3 дня, умеренном освещении и температуре 18–22 °С гидры быстро размножаются почкованием, хорошо живут в аквариумах и могут быть использованы на уроках

как раздаточный материал.

Гидры используются на уроках зоологии в качестве раздаточного материала. На часовом стекле в небольшом количестве воды (или в чашке Петри) на фоне белой бумаги через ручную лупу учащиеся рассматривают гидр. Учитель предупреждает учащихся, что недопустимы неосторожные резкие движения, так как от малейшего сотрясения тело гидры съеживается в малозаметный комочек.

Не имеет принципиального значения, какой вид гидры рассматривается на уроке. Гидры разных видов отличаются деталями строения. Чаще других в школьных уголках живой природы содержатся длинностебельчатая гидра, обыкновенная гидра и зеленая гидра.

Учащимся можно показать почкующуюся и регенерирующую гидру. В уголке живой природы могут быть повторены известные опыты швейцарского учителя Трамбле (1710–1784 гг.), который более 200 лет назад установил высокую регенеративную способность гидры. Он разрезал ее поперек и вдоль, и всегда после таких операций каждая часть восстанавливала утраченную, превращаясь в гидру. Однажды Трамбле разрезал продольно верхнюю часть гидры на 7 частей и получил «семиглавую» гидру. Были отрезаны все «головы» и опять наблюдалась регенерация. Со времени опытов Трамбле это животное стали называть гидрой, так как эти опыты напоминали древнегреческий миф о сражении Геракла с гидрой.

Тематика других наблюдений и опытов, а также сообщений о них может быть следующей: 1) передвижение гидры; 2) питание гидры; 3) почкование гидры; 4) половое размножение гидры.

Сообщения учащихся будут наиболее интересными, если их сопровождать демонстрацией рисунков, схем, выдержками из записей в дневниках наблюдений.

Задания для наблюдений и опытов с гидрами учащиеся должны получить от учителя минимум за 2–4 недели до соответствующих уроков. Эти же задания могут быть повторены другими учащимися с целью конкретизации и закрепления знаний как сразу после изучения темы, так и в период летних каникул (летние задания).

Плоские черви

Изучение этого типа в курсе зоологии, безусловно, очень важно, но учебный процесс страдает без натурального живого материала планарий, которые легко живут в уголке живой природы. Некоторые виды планарий легко и быстро размножаются.

В аквариумах с крупными рыбами и насекомыми в грунте скапливается большое количество остатков корма. Здесь планарий появляются в изобилии. Рыбы и насекомые их не едят, некоторые рыбы берут в рот, но очень неохотно, если отсутствуют другие живые корма. Скопления планарий образуют за ночь на стенках густую массу в 4–5 см от поверхности воды. Удалять планарий из такого аквариума довольно сложно. Есть два способа: 1) перемыть аквариум с прокаливанием грунта и полной заменой растений; 2) спускать вечером на дно кусочек мяса, привязанный за нитку, а утром удалять его вместе со скопившимися на нем червями. Впрочем, именно когда эти черви нужны для прохождения соответствующей темы курса, их может и не оказаться в аквариуме. Поэтому надеяться на их спонтанное появление в аквариумах опасно, лучше завести специальную их культуру. В природе планарий встречаются в течение всего года на нижней поверхности подводных камней, листьев и др.

Наиболее распространены в наших пресных водоемах мезостома, планарии молочно-белая, бурая, траурная, многоглазка, черная.

При сборе планарий пользуются небольшой мягкой кисточкой, которой осторожно стряхивают их в банку с водой. Содержат планарий в низких, но широких стеклянных банках в воде из того же водоема, где их собрали. По мере испарения воды можно добавлять небольшими порциями отстоянную водопроводную воду. На дно банки следует положить небольшие камешки, под которые будут прятаться планарии, и несколько веточек водных растений. Температура содержания планарий должна быть на 4–6 °С ниже комнатной, т. е. 12–15 °С. Для обеспечения такой температуры в школьных условиях в осенне-зимний период планарий содержат на подоконниках или между оконными рамами. Кормить планарий можно мотылем, трубочником, водяными осликами, дафниями, кусочками нежирного мяса.

В уголке живой природы легко содержать планарию тигровую родом из пресных водоемов Америки. Планарня тигровая была завезена в научные лаборатории нашей страны и быстро

размножилась благодаря свойственному ей бесполому размножению (делению на две части). В школе планарии тигровая и молочно-белая могут быть использованы как раздаточный материал на уроке, так и для опытов и наблюдений во внеклассной работе.

На уроке может быть заслушано краткое сообщение ученика о предварительно поставленном опыте по регенерации планарии. При сообщении демонстрируются планарии, восстановившие утраченные части. Интересны также наблюдения за питанием планарии.

Моллюски

Тело большинства моллюсков заключено в известковую раковину, которая защищает их. Под раковиной находятся мантия, характерная для моллюсков.

Пресноводные моллюски встречаются почти во всех стоячих и слабо текущих наших водах. Они легко адаптируются в аквариумах, а некоторые успешно размножаются в них и живут годами. Многие виды пресноводных моллюсков сокращаются в числе, их нельзя собирать и держать в аквариумах. Из моллюсков наиболее распространены брюхоногие. У брюхоногих при передвижении из раковины высовывается часть тела, называемая ногой. Ее брюшная сторона уплощена и служит для движения, спереди расположена голова с подвижными щупальцами (они легко втягиваются при испуге), на голове видны глаза. Пресноводные брюхоногие делятся на дышащих легкими и жабрами. Первые вынуждены подниматься к поверхности воды, чтобы дышать атмосферным воздухом. Они могут и выползать над водой, поэтому аквариумы с такими улитками следует прикрывать покровным стеклом. Моллюски с жаберным дыханием требуют чистой, насыщенной кислородом воды.

Нога брюхоногих — совершенный орган передвижения как по ровной поверхности, так и по остроугольному гравилю, как по плоскости, так и по тонким стеблям растений. Моллюск может двигаться в аквариуме и по невидимой нити слизи, выпущенной им или другой улиткой ранее. Создается впечатление, что он медленно плывет в толще воды. Замечательна способность ряда водных улиток скользить по поверхности воды, прикрепившись к ней снизу. Поверхностная пленка при этом прогибается вниз (это хорошо сверху видно), но не рвется. Однако молодые ампуллярии могут использовать пленку для движения, но крупных, старых она не выдерживает.

Тело улитки при опасности целиком прячется в раковине. У прудовика и катушки нога уходит в мантию, а мантия может сжиматься, уходя в глубь раковины. При пересыхании мантия сжимается и отодвигает тело в глубину, сохраняя остатки влаги. У жаберных моллюсков и ампуллярии на тыльной стороне задней части ноги закреплена известковая крышечка (она, так же как и раковина, приращивает свой размер кольцами). Когда нога прячется в раковину, крышка прикрывает устье и держится с большой силой (открыть живого моллюска, не сломав края раковины, практически невозможно). В закрытой раковине дольше сохраняется влага.

Легочные моллюски поднимаются к поверхности за воздухом. Прудовик легче воды, он отрывается от субстрата и всплывает, нога извивается, пока не коснется поверхности воды. Ампуллярии к поверхности ползут, но вниз уходят парашютированием, отрываются от субстрата и, выставив ногу, расправив щупальца, медленно опускаются на дно. Дыхательное отверстие открывается с легким хлопком или чмокающим звуком. У ампуллярии выдвигается дыхательная трубка (длиной до 10 см) и видно, как воздух закачивается движением тела в особую мантийную полость. У прудовика и катушки в мантии есть дыхательное отверстие, оно открывается при соприкосновении края мантии с воздухом. Чем более насыщена вода кислородом, тем реже поднимаются улитки за воздухом, так как, помимо воздушного, у моллюсков сильно развито кожное дыхание всей поверхностью тела. Тело прудовика и ряда других брюхоногих покрыто ресничками, которые все время движутся, обновляя вокруг воду. У катушки из раковины выдвигается мантийное крыло с большим количеством кровеносных сосудов. Оно служит дополнительным органом дыхания.

У прудовиков мантийная полость служит как для воздушного, так и для водного дыхания. Зимой улитки выбрасывают подо льдом воздух из мантии и наполняют ее водой. В эксперименте прудовики прожили без доступа воздуха три месяца, в мантиях была вода, изредка моллюск открывал отверстие, выбрасывая часть воды и всасывая новую порцию. Это редкий в природе случай, когда один орган работает то как легкое, то как жабры.

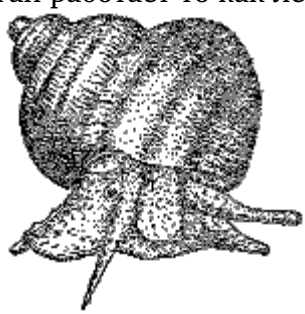


Рис. 16. Лужанка

В Женевском и других глубоководных озерах на глубинах более 100 м обитают мелкие формы обычных пресноводных прудовиков, которые никогда не поднимаются к поверхности; в их мантиях постоянно находится вода. То же можно наблюдать в озерах с сильным прибоем, который может разрушить раковины моллюсков, здесь, прудовики всегда на глубине, дышат

растворенным в воде кислородом. Пресноводные брюхоногие — преимущественно растительноядные животные. Во рту у них зубчатая терка, работа котором хорошо видна через стенку аквариума. Соскабливаются обычно водорослевые обрастания, но ряд прудовиков и виды ампуллярий едят к мягкие ткани высших растений, трупы водных животных. Ампуллярии охотно едят живой мотыль и трубочник. Все моллюски с удовольствием поедают сухую дафнию, сухой гаммарус, ампуллярии — струганное мясо, белый хлеб. Донные формы (лужанки, битинии) питаются преимущественно детритом, экскрементами водных животных (рис. 16). Распространенные у любителей аквариума тропические и амурские улитки типа мелании в поисках детрита свободно пронзают грунт и тем самым дренажируют его, способствуют омыванию свежей водой корней растений (сравнить с ролью дождевых червей в почве).

В школьных аквариумах для содержания и наблюдения интересны следующие виды.

Обыкновенный прудовик — раковина тонкостенная, вытянутая, крупная (высотой 6–7 см), с острым завитком и тонкой верхушкой. Широко распространен в стоячих и медленно текущих водоемах СССР. Встречается в озерах. Не найден в Крыму. Размножается яйцами; кладка — прозрачный изогнутый валик длиной 4–5 см при ширине 6–8 мм; яиц более 100. В аквариуме размножается успешно. Крупные улитки могут пожирать молодых. Гермафродиты. Развитие в яйцах 20–25 суток.

Физа — раковина тонкостенная, прозрачная, с острым завитком, высота до 1 см. Раковина завита влево. Край мантии выступает за раковину. Нога темно-бурая. Кладка яиц — колбасовидная. Распространена в большинстве водоемов СССР. В аквариуме по невыясненным причинам иногда вылезает из воды на стенки, высыхает и гибнет.

Физастра, «красная физа», — раковина тонкостенная, более тупая, чем у физы, высота до 2 см. Раковина завита влево. Тело и мантия розовые, коричневые или красные. Наибольшее распространение в аквариумах получила декоративная красная форма. Образ жизни схож с физой. Иногда проедает отверстия в мягких тканях листьев высших растений. Акклиматизирована в аквариумах из водоемов Южной Австралии.

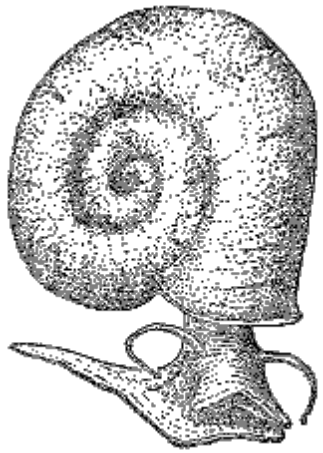


Рис. 17. Катушка роговая

Катушка роговая — раковина закручена в одной плоскости (рис. 17) темно-коричневая, стенки толще, чем у прудовиков, диаметр раковины 3–4 см. Наряду с легкими имеется часть мантии, выставляемая из устья, играющая роль жабер. Тело коричневое, темно-вишневое, шоколадное, щупальца нитевидные. Питается водорослями, высших растений не трогает. Спаривание обязательно, одна улитка не размножается, кладка лепешковидная. Повсеместно в водоемах СССР.

Гелизома, «красная катушка», — внешне похожа на роговую катушку, но меньше (до 2 см) в диаметре раковины. Тело и просвечивающая через раковину мантия бывают коричневые, но чаще карминно-красные. Образ жизни, как у катушки. Популярный среди аквариумистов моллюск из водоемов Бразилии.

Ампуллярия — крупный моллюск из популярного среди аквариумистов рода южноамериканских улиток. Высота спиральной ширококонусной раковины 65 мм (рис. 18). Устье закрывается крышечкой. Раздельнополы. Кладка над водой в виде продолговатого скопления крупных (диаметром 1,2–1,5 мм) яиц, покрытых известковой скорлупой. Цвет кладки варьирует от розового до серебристо-оранжевого. Улитки выходят из яиц через 4–6 недель, яйца развиваются только во влажном воздухе (рис. 19).

Рис. 18. Ампуллярия с дыхательной трубкой

Этот вид ампуллярии редко затрагивает высшие растения, хорошо живет в аквариуме с другими животными. Другие 4 вида питаются преимущественно высшей водной растительностью, раковина одного из них достигает в высоту 12 см.

Лужайка живородящая — моллюск с жаберным дыханием, широко распространен, держится на дне водоемов, имеет спирально завитый конус высотой около 50 мм. Такие крупные раковины чаще встречаются у речной лужанки. Устье закрывается крышечкой; раздельнополы; зародыши развиваются внутри организма самки. Молодые улитки выходят по созревании по нескольку штук в день, раковины их покрыты щетинками и имеют красивый рисунок из темных полос, высота раковины до 5 мм (у уссурийской лужанки — до 12 мм). Существует ряд других отечественных и тропических брюхоногих, которых можно успешно содержать в аквариумах. Следует помнить, что многие рыбы поедают мелких новорожденных улиток, обрывают щупальца и у более крупных. Макроподы и ряд цихлид питаются улитками. На них могут напасть голодный жук-плавунец и его личинки. Личинки водолюба больше специализированы на питании моллюсками. Некоторые наши природные улитки (прудовик малый и ряд других) — переносчики опасных болезней; их присутствие в аквариумах школы нежелательно.

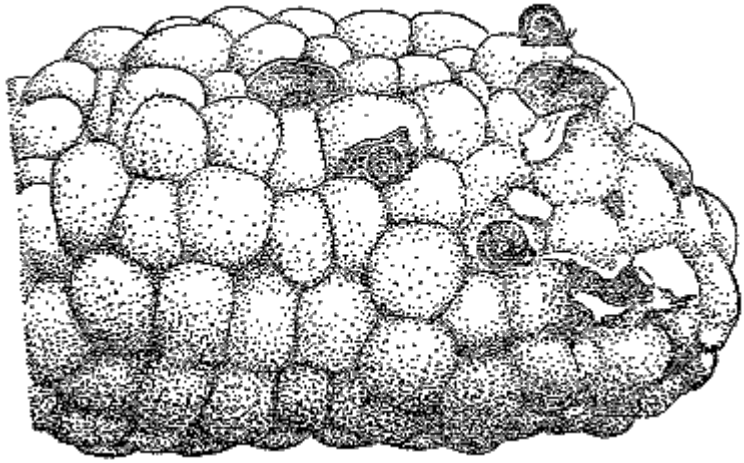


Рис. 19. Новорожденные ампуллярии

Двустворчатые моллюски реже встречаются в аквариумах, так как они менее интересный объект для наблюдений. Крупные двустворчатые опасны для рыб аквариума. Выбрасывая личинок глохидий, они могут вызвать истощение аквариумных рыбок: глохидий впиваются в кожу рыб и живут некоторое время в качестве паразитов. В школьном аквариуме лучше содержать мелких двустворчатых, широко распространенных в наших водоемах, например шаровку, диаметр шарообразных раковин которых достигает 2 см. С помощью длинной ноги и слизи шаровка может ползать и по растениям. Шаровки — гермафродиты, стадии личинки у них нет. Из яиц выходят сформировавшиеся маленькие моллюски, они немногочисленны, велики (до 1/2 размера матери) и уже половозрелы. Для других обитателей аквариума эти моллюски не опасны. Они более подвижны и интересны для наблюдений.

Живая коллекция этих животных, в которой различные виды помещены в отдельные небольшие аквариумы, может явиться не только украшением уголка живой природы, но будет способствовать развитию понятия о классификации.

Наблюдения за движением, дыханием, питанием, размножением моллюсков помогут учащимся более глубоко разобраться в учебном материале по теме «Тип моллюски».

Некоторые моллюски, как, например, катушка роговая, имеют практическое значение для уголка живой природы. Помещенные в аквариум с рыбами, они уничтожают налет микроскопических водорослей на стенках аквариума, но, конечно, не в значительном

количестве. Однако нужно помнить, что никогда нельзя сразу пересаживать моллюсков из природного водоема в аквариум с рыбами, так как с ними могут быть занесены какие-либо паразиты, опасные для рыб. Перед тем как посадить моллюсков в аквариум с рыбами, их необходимо хорошо промыть и выдержать несколько дней в специальном карантинном аквариуме, при этом неоднократно подменивать 1/3 воды, извлекая ее сифоном из придонной части сосуда. В аквариумах моллюсков кормят сухим кормом для рыб (растертым в порошок), соскобом водорослей со стенок аквариума, культурой простейших, листьями салата, небольшими кусочками сырого мяса.

Брюхоногих моллюсков лучше содержать в прямоугольных широких банках. Для грунта подходит мелкий песок, засаженный самыми неприхотливыми растениями. Крупные прудовики очень прожорливы и иногда полностью уничтожают растения. Поэтому в аквариумах с этими животными требуется частая замена растений.

Лужанки лучше живут в неглубоких сосудах с илистым грунтом, в который они могли бы зарываться и отыскивать в нем пищу, состоящую из гниющих растительных остатков.

При правильном уходе моллюски живут от 2 до 5 лет.

На уроках более удобен для рассмотрения прудовик обыкновенный. Учащиеся рассматривают форму тела, голову и органы чувств на ней, мускулистую ногу, покровительственную окраску. Если не беспокоить прудовика, то на уроке можно наблюдать передвижение его при помощи ноги, а также движения, связанные с дыханием. Каждые 5–8 мин прудовик поднимается к поверхности воды и открывает дыхательное отверстие. Учащиеся через лупу рассматривают дыхательное отверстие прудовика и устанавливают его месторасположение.

Демонстрационный материал может быть представлен другими видами моллюсков (катушка роговая, лужанка живородящая, шаровка и др.). Их демонстрация способствует развитию понятия о многообразии животных и о приспособленности к среде обитания.

На уроках могут быть также представлены сообщения о различных наблюдениях за моллюсками, содержащимися в уголке живой природы.

Членистоногие

Членистоногие — самый многочисленный тип животных на Земле. По утверждению некоторых современных ученых, он насчитывает 2–3 млн. видов.

По разнообразию биологических особенностей членистоногих можно считать исключительной группой животных организмов. Благодаря этим особенностям, выработанным в процессе длительной эволюции, они освоили не только сушу, но и водную среду, вторично приспособившись к ней. Причем диапазон этих приспособлений весьма широк.

Общие особенности животных этого типа: 1) хитиновый покров, выполняющий защитную функцию и являющийся опорой тела; 2) членистое строение тела и конечностей; 3) дифференцирование тела на отделы; 4) более сложное, чем у других беспозвоночных, строение мускулатуры, обеспечивающей сложные движения; 5) большее развитие нервной системы, в том числе органов чувств, по сравнению с теми беспозвоночными, у которых они также имеются (моллюски, черви).

Членистоногие — наиболее организованная группа беспозвоночных.

При изучении данного типа на уроках биологии в качестве натуральных пособий, как правило, используются готовые покупные коллекции или материал, собранный и засушенный учащимися прошлых лет обучения. Готовых коллекций обычно не хватает на каждый ученический стол, а сами объекты, неумело оформленные ребятами, не всегда отвечают соответствующим требованиям. Подчас из-за отсутствия усиков, конечностей, поврежденных крыльев они не могут обеспечить развития правильных представлений об особенностях внешнего строения членистоногих и их приспособленности к среде обитания.

В связи с этими обстоятельствами в условиях школы водные членистоногие, которые более или менее длительное время содержатся в аквариуме, имеют преимущества по сравнению с засушенными. Их можно использовать на уроках в живом виде, что уже само по себе вызывает к ним интерес учащихся и поэтому способствует лучшему развитию таких важных биологических понятий, как многообразие организмов, приспособленность к среде обитания, линька и др.

Из водных членистоногих в школе необходимо содержать прежде всего тех, которых можно использовать на уроках и которые хорошо переносят неволю. К таким животным в первую очередь относятся паук-серебрянка, водяной ослик, водные жуки.

При определенных условиях хорошо и долго может жить речной рак. Можно добиться длительного содержания в уголке живой природы дафний, циклопов. Хорошо чувствуют себя в условиях школы различные водные клопы, личинки стрекоз, поденок, ручейников, но эти объекты не входят в учебную программу и работа с ними проводится только во внеклассное время.

Первый изучаемый в школьной программе класс типа членистоногих — класс ракообразные. Из высших ракообразных подробно изучается только один представитель — речной рак.

Водяной ослик, относящийся также к подклассу высших ракообразных, наряду с дафниями и циклопами, представителями подкласса низших ракообразных, может быть продемонстрирован на уроке при обзорном ознакомлении учебного материала по теме «Пресноводные, морские, наземные ракообразные, их значение». Основная работа с ними (опыты и наблюдения) проводится в уголке живой природы.

Описание членистоногих мы даем с учетом их систематики и эволюционной последовательности, т. е. в несколько ином порядке, чем последовательность их изучения.

Ракообразные

Дафния, или водяная блоха, относится к отряду ветвистоусых (подкласс низшие ракообразные). Это типично планктонный обитатель вод, его взвешенность в воде обеспечивается капелькой жира, снижающей удельный вес, и сравнительно большой поверхностью тела за счет расправленных антенн, позволяющих дафнии как бы парить в воде, почти не снижаясь (рис. 20).

В уголке живой природы интересно провести наблюдения за движением рачка. Дафния делает резкий взмах антеннами и подскакивает вперед-вверх, затем расправляет антенны и медленно парашютирует или неподвижно парит на одном уровне, снова взмахом обеспечивает скачок и т. д. Учащиеся могут установить, что дафнии никогда не садятся на субстрат — нет надобности, отдых происходит во время парения.

На внеклассных занятиях можно рассмотреть строение дафнии. Рачка помещают на предметное стекло с углублением посредине и покрывают покровным стеклом. Или рассматривают на обычном предметном стекле, а к покровному приделывают «ножки»[7]. Выбирать надо крупных рачков, размером 4–5 мм. Под бинокуляром (или малым увеличением микроскопа) видны все особенности строения дафнии: двустворчатая хитиновая раковина с прозрачными створками. Голова спереди вытянутая клювообразно, на ней глаза — сложный и простой. От головы

отходят ветвистые антенны — гребные усы, отсюда и название — ветвистоусые. Короткие грудные ножки взмахивают 200–300 раз в минуту, создавая непрерывный ток воды через раковину. Этот поток приносит кислород (дышат дафнии жабрами, расположенными у основания грудных ножек) и мелкие взвеси пищи. Питаются водяные блохи планктонными растениями и животными. Некоторые растительноядные виды охотно поедают хлореллу и другие водоросли так называемой «цветущей» воды, поэтому в аквариумной практике дафний помещают в те водоемы, где вода зазеленела, предварительно удалив оттуда опасных для рачков обитателей.

Рис. 20. Дафния

В зимний период дафний подкармливают мелкорастертой в ступке сушеной элодеей или растертым в порошок сушеным салатом. По рекомендаций некоторых практиков можно использовать истертый высушенный желток куриного яйца. Впрочем, характер питания зависит от вида ветвистоусых, а это чаще всего дафнии, симоцефалы, сиды, босмины, хидорусы. Все эти рачки различаются лишь при увеличении, а в воде невооруженным глазом смотрятся одинаково и называются дафниями.

Дафниям свойственна особая разновидность полового размножения — партеногенез. Все лето самки размножаются партеногенетически, т. е. откладывают неоплодотворенные яйца, из которых развиваются только самки.

Личиночной стадии у водяных блох нет. Только перед осенью или накануне пересыхания водоема в потомстве появляются самцы, более мелких размеров, чем самки. После спаривания откладываются оплодотворенные яйца, которые переносят неблагоприятный период года на дне водоема.

В курсе зоологии дафнии демонстрируются на уроке при

обзорном изучении вопросов многообразия ракообразных и их значения.

Демонстрация дафний желательна при рассказе о способе их размножения (партеногенезе) при изучении в курсе общей биологии темы «Размножение и индивидуальное развитие организмов».

Дафнии — ценный корм для большинства аквариумных рыб.

Широко распространенные рачки, объединенные названием циклоп, относятся к другому отряду низших раков — отряду веслоногих. Циклоп ударяет антеннами и гребными ножками одновременно (невооруженным глазом видны только взмахи антенн) и за счет этого быстро продвигается вперед. Затем следует фаза парения — и снова скачок. Если у дафнии скачок направлен вверх и чуть-чуть вперед, то циклопы свободно движутся во всех направлениях, даже вертикально вниз головой. Циклопы могут садиться для отдыха на субстрат.

Строение циклопа рассматривают так же, как и дафнии. Раковины нет, четко видны головогрудь и брюшко, головогрудь состоит из пяти члеников и головы. Брюшко состоит из пяти члеников, по бокам первых двух у самок расположены яйцевые мешки[8]. Голова с одним непарным глазом (отсюда и название, по имени мифического героя Циклопа), антенны усажены короткими волосками — это весла и парашют рачка одновременно. Грудные ножки (их 5 пар) разглядеть удается не всегда. Это тоже весла (откуда название отряда). Размер рачков 1–4 мм.

Из яиц выходят личинки — науплиусы. Они проходят пять наушшальных стадий развития, затем еще шесть копепоидных стадий. Партеногенез у этих рачков не известен.

Циклопы — хищники; рот их обладает грызущими органами. Питаются мельчайшими животными на дне и планктоном, но могут нападать и на добычу крупнее себя. В аквариумах циклоп используется как корм для молоди рыб после таких кормов, как инфузории, коловратки, науплии. Взрослые циклопы могут поедать мелких мальков. На малька садится один рачок и выгрызает часть ткани, на ослабевшего из-за этого малька садятся вслед за этим несколько рачков. Циклопы нападают на некоторых мальков, длиной 4–5 мм и более.

Условия содержания циклопов в уголке живой природы сходны с условиями содержания дафний. Но, в отличие от дафний, которые на зиму погибают, оставляя только яйца, циклопы живут в наших природных водоемах круглогодично.

Из подкласса высших ракообразных постоянным обитателем аквариумов может быть водяной ослик из отряда равноногих.

Самцы этого рачка бывают длиной до 20 мм, самки — до 15 мм.

Внешне рачок похож на мокрицу, в воде он быстро бегает по дну, лазает по растениям. Но без воды еле передвигается — масса тела на воздухе непомерно тяжела для сравнительно слабых ног, приспособленных приподнимать его тело лишь в водной среде.

Тело рачка уплощенное, состоит из 5 головных, 8 грудных и 7 брюшных сегментов. Головные сегменты слиты, грудные разделены, брюшные опять слиты. Глаза сидячие, антенн две пары, вторая пара длиннее, две первые пары грудных ног поставлены вперед, три другие обращены назад. Первая пара грудных — хватательные ноги; остальные — ходильные. Брюшные ноги в виде сложных пластин, их устройство зависит от пола. Эти пластины, в частности, прикрывают нежные жабры. Брюшные ноги последней пары в виде разветвляющихся палочек торчат назад.

Водяной ослик питается остатками органических веществ — это санитар водоема. В аквариуме поедает отмершие части растений, иногда грызет живые листья, не брезгает падалью, ест мертвый мотыль, утонувшую сухую дафнию. В зимне-весенний период водяных осликов можно подкармливать тонкими ломтиками моркови и листьями салата. Легко размножаются в неволе (аквариум для них — целый мир, назвать его неволей для таких крошек нельзя).

Во внеклассной работе можно понаблюдать регенерацию органов у рачков. Пинцетом отрывают ногу (она легко отделяется — это защитное приспособление — автотомия), после линьки нога оказывается вновь на своем месте.

Речных раков во многих регионах, особенно вокруг крупных городов, осталось мало, поэтому их отлавливать в водоемах нельзя, но, если случайно рак попал в уголок живой природы, необходимо создать все условия для его жизни, чтобы не допустить гибели. Рака помещают в широкий и не очень глубокий сосуд, на дне которого размещен чистый крупный песок и сооружено из камней или черепков укрытие. Водные растения следует посадить в небольшие цветочные горшки и вкопать их в грунт. Аэрация воды проводится постоянно или несколько раз в день, так как потребность в кислороде у рака велика, один раз в 3–5 дней необходимо заменять часть воды свежей, и через 10–15 дней аквариум, в котором живет рак, нужно мыть, пересаживая на время рака с частью воды в другой сосуд. Но были случаи, когда раки годами жили в обычных любительских аквариумах. Питаются раки живой пищей. Если кормить падалью, вода быстро портится. В качестве корма используются мотыль, дождевые черви, личинки насекомых, улитки, кусочки мяса. Раки

прожорливы, улиток едят с раковиной. Порой раки теряют аппетит, начинают прятаться. Наступает период линьки. В организме рака происходят сложные изменения, старый покров размягчается и отстает от новой кожи под ним, в желудке увеличиваются гастролиты — плоские камешки, служащие для пропитывания известью новых покровов рака. Непосредственно перед линькой рак вылезает из укрытия и начинает различные движения, вплоть до падения на спину, чтобы разорвать старый панцирь. Наконец, щель образована и, пятясь назад, рак вылезает из ставшей тесной оболочки. Процесс этот протекает в аквариуме час, иногда затягивается дольше.

После линьки рак мягок, беспомощен и беззащитен: есть ему нечем, все у него мягкое, нечем держать, кусать, жевать. Остается опять укрыться. Если в аквариуме содержатся другие раки, перелинявшего отсаживают на неделю, пока не затвердеют покровы. Размеры за это время увеличиваются на 10–15 мм. За счет рассасывания гастролитов известкование покровов вновь делает рака активным. Аппетит у него пробуждается волчий, теперь уже надо смотреть, чтобы он не повредил более мелкие экземпляры, с которыми до линьки прекрасно уживался.

В небольшом количестве можно им давать сушеный растертый салат. Живут раки, постоянно линяя и увеличивая свои размеры, по нескольку лет, в природе — до 20 лет. В первый год достигают в длину 3–4 см, в последующие — 6 — 10 см. Размеры природных раков крупнее, чем в аквариуме, у благородного рака — до 25 см, у узкопалого — несколько меньше.

На занятиях кружка биологии интересно наблюдать за передвижением рака, ростом и линькой, питанием, изменением окраски.

Рак — сумеречное животное. Днем он обычно прячется. Во второй половине дня можно наблюдать способы передвижения рака в просторном аквариуме, лишив его мест укрытия.

Речной рак передвигается по дну, как и все животные, головой вперед, а плавает задом наперед: резко подгибая под себя брюшко, совершает бросок назад. К такому способу передвижения приспособлена обтекаемая форма плавающего тела: ноги поджаты, клешни и антенны вытянуты и сложены друг с другом.

Линьку и рост удобнее наблюдать у молодых раков. В первый год жизни они линяют до 7 раз. Сообщение о наблюдении этого процесса можно сделать на уроке при изучении биологических особенностей рака.

В природных условиях рак выходит из укрытия в поисках пищи в ночное время, но в уголке живой природы можно приучить его принимать пищу днем, при этом возможна (что

познавательно для учащихся) выработка определенных условных рефлексов.

У нас долго жил рак, который принимал пищу прямо из рук. При этом он выставлял одну из клешней над поверхностью воды и ею осторожно брал протянутые ему кусочки мяса. Во время таких экспериментов даже казалось, что он «узнавал» своего основного «кормильца».

Интересны наблюдения за изменением окраски рака. Под стеклянное дно аквариума (без грунта) подкладывают бумагу, например, ярко-зеленого цвета. Через некоторое время (учащиеся устанавливают, через какое именно) рак окрашивается в красивый зеленый цвет. Если положить лист темно-коричневого цвета — соответственно изменяется окраска рака.

Вывод, который учащиеся делают в ходе наблюдения, очень важен для развития понятия о покровительственной окраске.

Паукообразные

Паук-серебрянка. Научное название паука — серебрянка водяная. Этот единственный вид водяного паука повсеместно встречается в водоемах со стоячей и слабо текущей водой. Он легко адаптируется в аквариумах и интересен как обитатель школьного уголка живой природы. Содержать этого паука можно в любых сосудах емкостью от 1 л (для молодых пауков) до крупных аквариумов, где помещаются несколько разнополых взрослых. К обязательным условиям содержания относятся наличие в аквариуме густого переплетения стеблей водных растений и достаточно обильное кормление — пауки предпочитают водяных рачков (ослики и бокоплавы), но можно их кормить мотылем, бросать на поверхность полуживых мух и других насекомых. И еще одно условие — плотно закрывать аквариум, так как пауки часто выходят из воды и отправляются в путешествие посуху: очевидно, в природе они заселяют новые водоемы.

Если пауков расселить заранее по небольшим баночкам с водной растительностью, можно получить к уроку достаточное количество раздаточного материала. Желательно для этой цели использовать взрослых особей: их легче разглядывать (рис. 21).

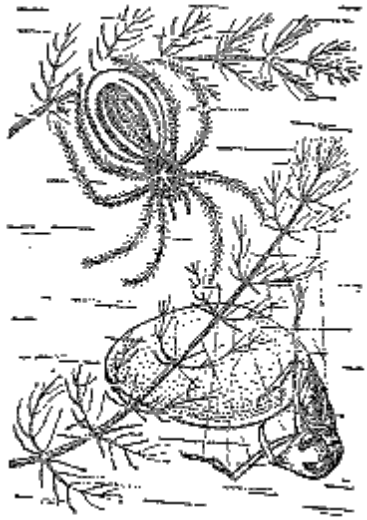


Рис. 21. Паук-серебрянка

Тело паука под водой серебрится от окружающего его воздушного пузыря. Отсаженные заранее в банки пауки выстраивают воздушные колокола — своеобразные подводные жилища. Можно подумать с учащимися о приспособлении этих пауков к жизни в водной среде: фактически паук живет в воздушной среде, как и его сухопутные предки, только часть этой среды — воздушную оболочку — он постоянно носит на себе. Дом его — это кусочек атмосферы, перенесенный под воду. Дальнейшее уточнение этих положений происходит при наблюдениях за пауками во внеклассной работе.

На уроке рассматривается внешний вид серебрянок. Тело паука делится на головогрудь и брюшко, между ними глубокий перехват. Ноги длинные, членистые, отходят от головогруди. В передней части головогруди восемь пар маленьких блестящих глаз. Часть глаз неподвижные, другими паук может двигать. Одни из них ночные, другие — дневные, с разной светочувствительностью. Челюстей две пары: первая — хелицеры, вторая — педипальпы. Первыми паук схватывает и умерщвляет добычу, поэтому они похожи на когти и снабжены ядовитой железой. Вторые выполняют роль щупалец, придерживают добычу, поворачивают ее.

В уголке живой природы можно наблюдать дыхание, питание, строительство воздушного колокола, размножение паука. Для дыхания паук поднимается к поверхности воды, высовывает из воды задний конец брюшка, а затем, работая всеми восемью ногами, как веслами, уходит вглубь. Присмотревшись к телу

паука, можно заметить, что оно густо покрыто волосками: на брюшке на 1 мм^2 находится 1250 волосков, на груди — 750. Волоски еще и распушены на концах. Этот волосяной покров не смачивается, на нем серебрянка уносит в воду необходимый запас воздуха. Паук в колоколе постоянно расчесывает волоски и смазывает прозрачным секретом. Секрет выделяется в хелицерах. Паук смачивает им лапку и протирает тело, чтобы волоски не слипались. У паука двойная система органов дыхания — пластинчатые легкие и система трахейных трубок. Обе действуют одновременно, трахейная система играет роль и гидростатического аппарата, уменьшая удельный вес паука.

В пузырьке, который паук уносит на глубину, воздух задерживается на покрытых волосками участках тела. Толщина слоя воздуха неравномерна. На стороне, обращенной к поверхности воды, слой толще, иногда отсюда отрывается пузырек и несется вверх. У самцов спинная сторона брюшка свободна от волосков, поэтому форма пузырька другая, он меньше и позволяет пауку свободно плавать в воде в горизонтальной плоскости; самки передвигаются преимущественно по вертикали — к поверхности и от нее. Кстати, в отличие от других пауков, у серебрянки самцы больше (14–18 мм) самок (11–12 мм) и между ними довольно миролюбивые отношения (известно, что у других пауков самка после копуляции поедает самца).

Длительных наблюдений требует и постройка колоколов — их у пауков не один, а пять типов.

Обыкновенный колокол, без которого паук не может долго существовать, — это дом, кусочек воздушной среды, место для засады, столовая. Строительство начинается с устройства из паутины крыши среди стеблей растений. До подачи в нее воздуха она плоская, под давлением воздуха становится сферической. За воздухом паук не плывет к поверхности, как при дыхании, а ползет по стеблям, тянет за собой паутинные нити, по которым затем опускается. При дыхании паук касается поверхности кончиком брюшка. При захвате воздуха для колокола он долго примеривается головой к поверхности, потом только разворачивается брюшком кверху. Дело в том, что паутинные бородавки в рабочем положении выходят за пределы облегающего брюшко воздуха и могут мешать его захвату с поверхности. Пристроившись, паук складывает задние ноги особым образом — одну с брюшной, другую со спинной стороны тела. Обе ноги плотно прижаты к телу, и воздух доходит только до них.

Затем с помощью ног, держащихся за стебель растения, паук делает резкий рывок вниз. В этот момент поверхностная пленка

прогибается и у брюшка образуется воздушная воронка. Взмах задними ногами — а они мокрые, находятся в водной среде, — и серебрянка как бы смыкает воду над воронкой, отрезает находящийся в ней воздух от поверхности. Такой запас воздуха не донести вплавь, и паук ползет вниз, находя колокол по паутине. Первый пузырек приподнимает крышу колокола. Затем паук замуровывает его, заделывая снизу паутиной. Дальнейшие пузырьки паук просто впускает в колокол, добавляя их к уже имеющемуся в колоколе. По мере наполнения колокола он удлиняется, закрепляется новыми нитями. Формы колокола различны в зависимости от характера этого крепления. Можно пронаблюдать, за сколько времени строится колокол. На всю постройку уходит около 2 ч, причем паук поднимается к поверхности 50–70 раз. Иногда в новом для него аквариуме паук сначала бросается на добычу, отравляет ее, закутывает в паутину и вешает на растение, а затем быстро строит колокол (есть без колокола он не может). Такая поспешная постройка может быть на первых порах сделана не до конца, а работа до момента питания длится всего 40–50 мин.

Перед копуляцией самец сооружает специальный, закрытый со всех сторон колокол. В нем, подняв кверху брюшко, лежащий на спине самец делает поперечную сетку, на нее выделяется сперма. На последнем членике педипальп есть особые сумки, в них собирается с сетки сперма. Весь процесс занимает не более 10 мин. Затем паук выбирается из колокола и идет или плывет искать колокол самки. Копуляция проходит в колоколе самки. Если ока готова, то встречает самца дружелюбно, если не готова, изгоняет его из колокола.

Оплодотворенная самка перестраивает свой колокол, укрепляет его крышу рыхлой паутиной, на нее откладывает яйца (до 160 штук) и заделывает кладку снизу паутиной. В свободной части колокола самка остается охранять кладку. Яйца усиленно дышат при развитии, добавлять новый воздух недостаточно, поэтому самка удаляет из колокола отработанный. Она вылезает из колокола, держится за его стенки снаружи, а брюшко вдвигает снизу в воздух колокола: образуется сифон, воздух течет вокруг тела самки и мелкими пузырями поднимается над ее головой. Затем несколько опавший колокол пополняется свежим воздухом.

Молодые пауки выходят через 10 дней, волоски на их теле появляются не сразу, и несколько дней они сидят «дома» под охраной матери. Линяют два раза, затем выходят из колокола и тут же разбегаются: с этого момента паучиха может употребить свое потомство на обед.

Паук первое время линяет через 2–3 суток, потом через 20–

24. Для линьки и зимовки он строит колокол более плотный. Иногда пауки зимуют в пустых плавающих раковинах, в природе эти раковины вмерзают в лед, но весной пауки оттаивают и становятся активными.

Наблюдения за питанием пауков лучше начинать после перерыва в их кормлении на 2–3 суток. Добычу пауки поджидают, сидя в колоколе: брюшко — в воздушной среде, головогрудь и ноги — в воде. Обнаружив, например, водяного ослика, паук-серебрянка стремительно вылетает из колокола и схватывает добычу, столь же стремительно возвращается с ней в колокол. Захватывает пищу паук хелицерами, через них поступает в тело добычи и яд. Пищеварение наружное; оно состоит из трех последовательных процессов: 1) выделение пищеварительного секрета; 2) разжижение ткани жертвы; 3) всасывание переваренной пищи. Как и у личинки водолюба, секрет действует в концентрате только на воздухе, в воде размывается. Поэтому паук забирается в колокол и там ложится на спину. При таком положении секрет постоянно находится в области рта и не стекает вниз. Но действует он только на те участки рачка, которые соприкасаются с ним. С помощью педипальпов паук периодически вертит добычу, прижимая ко рту все новые участки. Большого водяного ослика паук обрабатывает и высасывает за 2–3 ч, на маленьких уходит около часа. Остатки пищи паук выносит из колокола и бросает в стороне от него.

Из членистоногих, описание которых следует далее, только отряд жуки включен в учебную программу, но во внеклассной работе полезно познакомиться и с некоторыми другими водными представителями класса насекомых.

Насекомые

Отряд стрекозы. Стрекозы относятся к древнейшим обитателям нашей планеты. Они существовали миллионы лет назад и незначительно изменились с тех пор (рис. 22). «Эти консервативные существа, — пишет Ханс Шерфиг, — видели гигантских ящеров, летали рядом с крылатыми ящерицами, а позже с удивительной птицей археоптерикс…, они — один из первых удачных экспериментов природы». Большую часть дня стрекозы — дневные хищники (рис. 23) проводят в воздухе. Они обычно летают и охотятся вблизи водоемов, но встречаются и вдали от них, на лесных полянах, на степных дорогах, в городах. Известны случаи, когда крупные стрекозы присаживались отдохнуть на палубы судов за много миль от береговой линии океана. До сих пор нет сведений об удачных попытках содержать

стрекоз в неволе.

В отличие от взрослой формы насекомых личинки стрекоз живут в «царстве мрака и тины», в медленно текущих и стоячих водах.

Рис. 22. Стрекоза обыкновенная

При отлавливании личинок стрекоз нередко вытаскивают на берег водную растительность. Личинки иногда сразу, а иногда спустя некоторое время начинают интенсивно двигаться и легко заметны. Извлекая из мелководья слой тины, можно в нем найти донные формы личинок. Наконец, их ловят, проводя водным сачком по зарослям водных растений.

Личинки стрекоз делятся на три хорошо различимые группы: тип коромысло, собственно стрекозы и лютки. Для всех личинок характерны общие черты строения: голова с короткими, вперед направленными усиками, более или менее крупные фасеточные глаза, наличие снизу головы так называемой «маски», грудь с тремя парами ходильных ножек и зачатками крыльев на спине и брюшко разного размера и формы. У стрекозы — неполное превращение, отсутствует фаза куколки, поэтому личинок с зачатками крыльев иногда называют нимфами (рис. 24).

Рис. 23. Стрекоза-коромысло

Все личинки стрекоз — хищники, поджидающие добычу в засаде, лишь личинки коромысла сочетают подкарауливание с активным нападением на некоторые виды животных. В разных типах биотопов сформировались разные формы личинок. В тине, как правило, попадаются личинки собственно стрекоз. Личинки коромысла предпочитают отдельно стоящие крупные стебли растений; лютки, напротив, забираются в густое переплетение мелких зарослей.

Рис 24. Личинка стрекозы-коромысла

Наиболее крупные, — длиной до 4,5 см, — личинки стрекозы коромысло. Но этих личинок легко определить и в более раннем возрасте, когда они не более 8 — 12 мм. Глаза крупные. Брюшко чуть шире груди, равномерно суживается к концу. У личинок родов либеллула, кордулия глаза мелкие, брюшко укороченное, его средняя часть значительно шире груди. У люток глаза несколько больше, а брюшко стройное, цилиндрическое, уже груди. У первой группы на конце брюшка крупные (до 0,5 см) пирамидальные отростки — церки — окружают анальное отверстие; у собственно стрекоз на члениках брюшка сверху и по

бокам шипики, церки невелики, укорочены; у личинок люток конец брюшка украшен тремя листочками или узкими трехгранными стилетами.

При рассмотрении внешнего вида личинок следует обратить внимание на их окраску. Лютки коричневатые, зеленые; их трудно заметить среди тонких стеблей. Донные личинки покрыты волосками и шипами, среди которых застревают комки грунта, маскирующие их. Встречаются и ярко светло-зеленые личинки этого типа, живущие среди растений. Крупные личинки коромысла обычно бурые, как отмершие части водных растений, иногда на их верхней стороне разрастаются нитчатые зеленые водоросли. Эти же личинки в более молодом возрасте зеленоватые. Причина зеленовато-прозрачной окраски личинок стрекоз до сих пор не совсем ясна. Ко бесспорно, что все вариации окраски способствуют незаметности неподвижно сидящих личинок — это спасает их от врагов и позволяет успешно подкарауливать добычу. Выпадает из этого ряда интенсивно-черная, с белой окантовкой брюшных колец окраска только вышедших из яиц личинок коромысла — причина и назначение этой окраски не ясна.

Наблюдения за личинками стрекоз позволяют учащимся выяснить реактивный способ передвижения, использование «маски» для захвата добычи, дыхание при помощи кишки и многое другое.

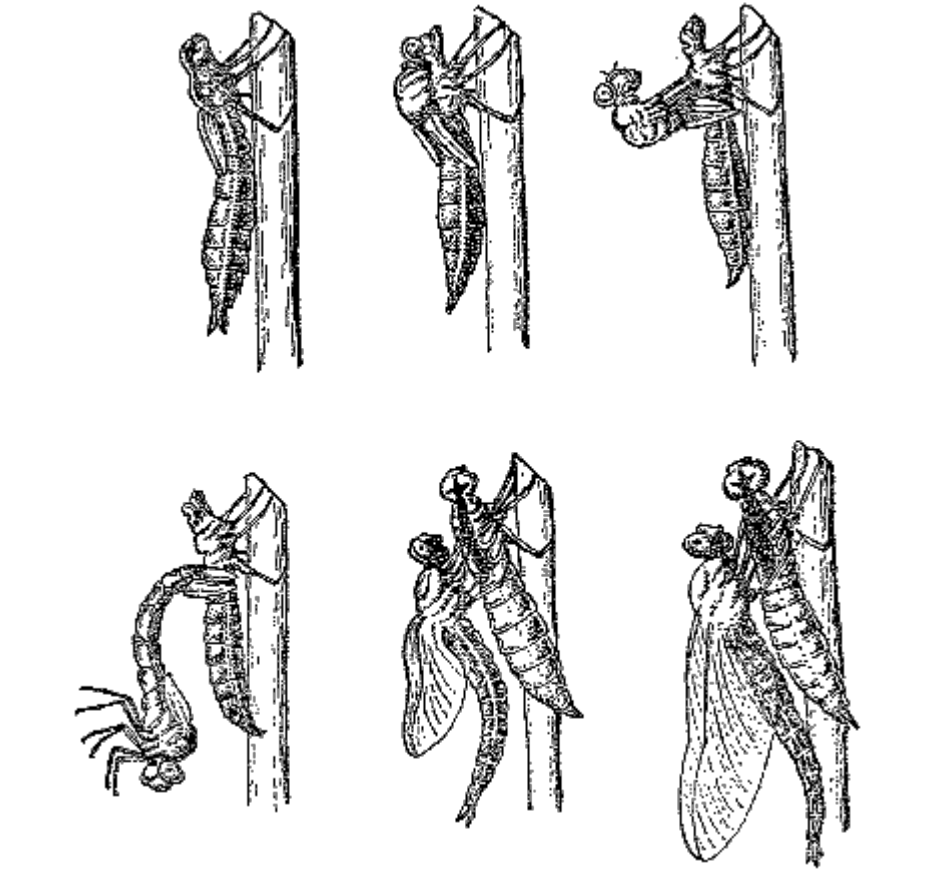


Рис. 25. Последовательные стадии выхода стрекозы-коромысла из личиночной оболочки

Способы передвижения личинок в каждой группе особые. Лютки при плавании широко раздвигают ходильные ножки, которые в движении не участвуют. Плавает личинка изгибаясь всем телом. Помогают этому листоподобные церки. Они при плавании сжимаются в единую пластину (их можно сравнить с хвостовым плавником рыб). У личинок красавки трехгранные стилеты не дают такого эффекта, хотя тоже сжимаются воедино; плавает эта личинка хуже.

Донные формы плавают около дна с помощью активно действующих ног и реактивной струи; вода набирается в прямую кишку и выталкивается оттуда. Создается впечатление, что в слое воды у дна личинка прыгает. На открытом пространстве эти личинки предпочитают не показываться. Поэтому, если их

пустить в просторный аквариум, они могут падать на дно без движения, иногда нижней стороной кверху, но вблизи дна быстро переворачиваются и активно удирают в укрытие.

Наиболее интересен способ плавания личинки коромысла. У нее два типа плавания (кроме медленного передвижения с помощью ножек). При спокойном плавании ножки расставлены в стороны, как у люток, но тело не извивается. Личинка набирает в прямую кишку небольшие порции воды и часто выбрасывает ее, двигаясь импульсивно. Такое движение хорошо видно в чистой, без грунта, банке, где личинка подталкивает себя ко дну, но не может за него зацепиться, или в тарелке с уровнем воды не более 2 см (иногда виден бурун над поверхностью от выброшенной струи воды). Более сильные такого же типа толчки личинка совершает, переходя внезапно от подкарауливания жертвы к нападению на нее. Слабые выбросы воды позволяют ей зависать на месте, перед тем как ножки ухватятся за субстрат.

Иначе осуществляется передвижение быстрое — от испуга или по другим причинам. Молодые черные личинки по неясным пока причинам часто носятся в открытой воде. Более крупные личинки, за исключением испуга, реже прибегают к этому способу.

При быстром движении ножки прижимаются к телу, вода набирается в прямую кишку полностью и выброс очень силен. Один импульс бросает личинку вперед на 8 — 12 см, импульсы следуют друг за другом, и в этом коротком полете «водяной ракеты» личинка коромысла не уступает рыбам.

При наблюдении следует предостеречь учащихся: если личинки коромысла сидят в аквариуме на стеблях и стенках вниз головой, а их церки близко расположены к поверхности, не стоит наклоняться над водой. При испуге личинка может облить лицо неосторожного наблюдателя струей воды. У личинок коромысла церки — оружие защиты; извернувшись брюшком, личинка может ощутимо уколоть ими. Наблюдение за дыханием личинок стрекоз также представляет интерес. Все типы личинок стрекоз дышат с помощью трахейных жабер, наибольшее разветвление трахей находится в области прямой кишки. У коромысла стенки прямой кишки покрыты пластинчатыми выростами, их около 300. У люток вдоль задней кишки проходят три продольные складки, покрытые прозрачным эпителием с крупными ядрами. Эпителий снабжается притоком крови, а у красоток он пронизан трахеями, капилляры которых входят внутрь клеток, жабры омываются водой в кишке.

У спокойно сидящих личинок коромысла хорошо видно, как брюшко наполняется водой, особенно в его нижней части. Затем

вода, обогащенная углекислотой, выбрасывается наружу. «Вдох» и «выдох» следуют один за другим в последовательном ритме, церки раздвинуты. Выброс воды плавный, реактивного эффекта не дает и на спокойное положение личинки не влияет.

При недостатке кислорода в воде личинки располагаются на субстратах вниз головой и выставляют из воды конец брюшка, церки полусжаты. Это позволяет личинке обогащать кислородом атмосферы воду, находящуюся в кишке. По бокам тела, между первым и вторым сегментами груди, у крупных личинок открываются дыхальца — стигмы (на более ранней стадии развития они не работают). Если поместить личинок в охлажденную кипяченую воду, они через час займут на субстрате положение, при котором передняя часть тела располагается выше поверхности воды. Такое же положение занимают в водоемах личинки перед выходом стрекозы (иногда за 2–3 суток до превращения). Наконец, прямая кишка выполняет свои непосредственные функции. Но, поскольку личинки в засаде сидят неподвижно, фекальную массу требуется удалять от этого места. Она с силой выбрасывается с помощью все той же струи воды. В старших классах уместно обратить внимание учащихся на эту многофункциональность прямой кишки личинки стрекозы, при изучении экологии.

При наблюдении за дыханием личинок типа лютки требуется внимательно следить за брюшком через лупу. Тогда видно, что личинка раскрывает анальное отверстие и набирает в прямую кишку порцию воды. Затем анальное отверстие закрывается. Видно, как вода проталкивается мускулами брюшка по кишке вперед. Затем повторяется операция наполнения, и так от 4 до 7 раз. После небольшой паузы вся вода выбрасывается наружу и цикл повторяется. У красоток, как и у коромысла, воздухом наполняются трахеи; у люток и стрелок — кровь (трахейные и кровяные жабры).

Долгое время считали трахейными жабрами у люток листоподобные церки, в них действительно видно невооруженным глазом густое разветвление трахей (подобные утверждения можно встретить и в современных книгах). Но эти церки работают, по-видимому, только как дополнительные органы дыхания: в воде со слабым насыщением кислородом лютки иногда поводят брюшком из стороны в сторону, чтобы обеспечить ток воды вокруг церок. Основным органом дыхания церки быть не могут, так как личинки очень просто их сбрасывают — такое самокалечение называется автотомией. Без церки личинки прекрасно живут, но плохо плавают — в этом и состоит основное назначение листиков на конце брюшка. Новые

церки появляются после линьки. Движение при плавании (у красавки стилетоподобные церки — орудие защиты), автотомкческая защита, дополнительный орган дыхания — пример многофункциональности одного органа.

Маска — это пластинка, прикрывающая рот снизу. Ее назначение — обеспечить питание. У коромысла и люток она плавно расширяется спереди и оканчивается двумя подвижными когтями. В спокойном состоянии маска сложена вдвое, обе ее пластины соединены подвижно. Так же она соединена с нижней частью головы. Она с силой выбрасывается вперед, и когти схватывают добычу» Выброс у коромысла осуществляется на!5 см. Перед броском личинка медленно поворачивает голову или все тело в сторону «выстрела». Крупные личинки коромысла сами бросаются навстречу проплывающей добыче. Складываясь, маска подтягивает ко рту схваченную жертву.

Личинки коромысла прожорливы и нежелательны в рыбоводных хозяйствах. В эксперименте крупные личинки поедали за сутки от 12 до 50 мальков рыб! Донные личинки поедают от 3 до 8 мальков. Мальки порой вырываются, но погибают от полученных ран. Причем у головастиков и мальков рыб личинки выедают брюхо, остальное отбрасывают и снова готовы к охоте.

У донных личинок конечные когти на маске плоские, это треугольные лопасти, густо усеянные по краям щетинками. Образуется ковш, прикрывающий, как маской, всю нижнюю часть головы. Такой маской личинка не только хватает подходящую добычу, но и набирает детрит, процеживает тину сквозь щетиночный фильтр, а мелкую донную живность поедает.

В аквариумах личинок стрекоз следует кормить мотылем, дафниями (циклопа едят неохотно), а личинок коромысла — плавающими на поверхности мухами, тараканами.

Во внеклассной работе можно поставить опыты по наблюдению за линькой личинок, выходом взрослой стрекозы (рис. 25). Под твердыми хитиновыми покровами личинки образуется новая, более просторная, лежащая в складках кожа. Старая кожа со временем лопается на голове и спине и личинка постепенно выбирается из старой оболочки. Пока новый хитиновый покров не расправится и не затвердеет, личинка растет, следовательно, в целом, в онтогенезе рост личинок происходит импульсно. Перед линькой личинка становится вялой, 2–3 суток не ест, после линьки, до отвердения покровов и хватательных когтей на маске, тоже не питается, прячется от возможных врагов. Личинки коромысла проводят в воде 2–3 года, скачкообразно 10–12 раз наращивая свои размеры. Личинки

люток завершают развитие за год. Все личинки зимуют, жизнь взрослых насекомых ограничивается одним летом.

Перед выходом личинка несколько суток сидит у поверхности головой вверх, иногда высунувшись из воды на одну треть. Естественно, она не ест в этот период. В аквариуме должны быть стебли, выходящие из воды. В этот период происходят сложные внутренние процессы формирования стрекозы. Затем она полностью выползает из воды, поднимается над нею на 10–50 см.

Как и при линьке, внешние изменения начинаются с появления трещины на голове и спине. Из нее начинает выдаваться спинка стрекозы. После отдыха спина выпячивается вверх и удлиняет трещину в шкурке, а на голове образуется поперечная трещина от глаза к глазу. Голова стрекозы и глаза увеличиваются, появляются из шкурки, затем появляется грудь. Несоответствие объемов взрослой и личиночной форм очень велико.

Чтобы извлечь из футляров ноги, стрекоза откидывается назад. Пошевелив освободившимися ногами, стрекоза впадает в оцепенение. Эта пауза длится от 10 до 40 мин. Затем следует резкий бросок откинутого назад тела вниз — при этом наполовину извлекается брюшко. Снова пауза, и снова скачок, при котором ноги вцепляются в спинку шкурки, после чего брюшко извлекается и растет. А крылья остаются такими же короткими, тесно сжатыми пластинками, какими они и были на спине нимфы. Но если у нимфы эти пластинки ровные, у взрослой стрекозы они как бы плиссированы. Для расправления крыльев требуется 4–6 ч, которые стрекоза проводит неподвижно либо на шкурке, либо перебравшись с нее на стебель. Расправляются крылья от притока в них полостной жидкости (крови), а затем они затвердевают, раскрываются в стороны. Теперь стрекоза готова для полета и жизни воздушного хищника.

Весь цикл развития личинок можно проследить, собрав летом листья и стебли водных растений с кладками яиц стрекозы. У некоторых видов люток выходят из яиц недозрелые, так называемые предличинки, из которых сразу при линьке появляются личинки. У коромысла, как уже говорилось, из яиц выходят черные личинки. При содержании в аквариумах личинок надо обильно кормить, сортировать по размерам, сделать в водоеме укрытия, заросли растений, так как личинки склонны к каннибализму.

Отряд поденок. Личинок поденок легко отличить по трем хвостовым нитям и листовидным брюшным трахейным жабрам. Но в улове они не сразу бросаются в глаза. Стебли растений надо сполоснуть в банке с водой, улов выбросить из сачка в тарелку

или плоскую посуду из белой эмали, пластмассы. Личинки поденок очень стремительны, плавающие формы так быстро передвигаются, что глаз не успевает их разглядеть в движении. В отличие от других водных насекомых эти существа требуют насыщенной кислородом воды, поэтому содержать их лучше понемногу в небольших банках с водными растениями, находящихся под хорошим освещением.

Существуют четыре формы личинок поденок: роющие, живущие в быстро текущей воде, ползающие и плавающие. Роющие формы снабжены сильными роющими конечностями, голова с развитыми челюстями. Эти личинки редко попадают в аквариумы, так как живут в норах береговых откосов, а в аквариуме, если их удастся выловить, быстро исчезают в грунте и малоинтересны.

Ползающие формы обычно покрыты частичками песка и ила, что хорошо их маскирует. Встречаются они при выловах довольно часто, но в содержании малоинтересны, так как их не видно среди грунта и растений в аквариуме.

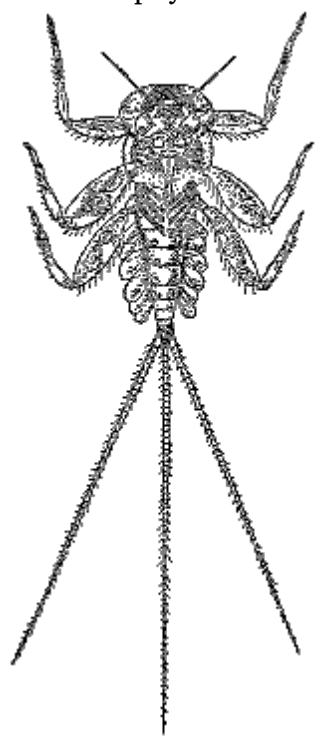


Рис. 26. Личинка поденки из быстро текущих водоемов

Поденок из быстрых ручьев, живущих под камнями (рис. 26),

содержать в аквариумах в личиночной форме трудно. Только что выловленные из ручьев и помещенные в банку, они тут же начинают гибнуть.

Для содержания в аквариумах подходят плавающие формы со стройным телом и хвостовыми нитями, густо усеянными волосками. Различают три способа плавания личинок. Медленное — за счет движения жаберных листиков; среднее — сочетание первого способа с легкими волнообразными движениями тела и нитей; быстрое — мощными изгибами тела в вертикальной плоскости и за счет сильных ударов хвостовых нитей. Эти личинки чаще всего встречаются в уловах и хорошо живут годами в банках-аквариумах, постоянно находятся на виду (рис. 27).

В уголке живой природы можно наблюдать способ дыхания личинок. Каждый сегмент брюшка имеет пару листочков — наружных трахейных жабер (форма их различна и служит видовым признаком при определении). Жабры постоянно двигаются, личинка ритмично взмахивает ими либо синхронно — одновременно у одних видов, либо волнообразно — у других, как будто волна пробегает по листочкам от передней пары к хвосту. Наряду с трахейными жабрами есть и кровяные (сравнить с личинками люток), их роль выполняют хвостовые нити, в которые подается кровь, а оттекает от них обратно близко от поверхности покровов нитей и при этом обогащается кислородом.

Рис. 27. Личинка поденки из стоячего водоема

Поденки питаются растительным детритом, водорослями, различными разлагающимися остатками водных животных, мелкими живыми обитателями воды; реофильные личинки обычно хищники. В банке с личинками поденок, где на грунте из песка есть заиленные участки, а по стенкам ползают мелкие улитки, кормить личинок поденок практически нет надобности. Личинки поденок почти все время едят, жуют (для сравнения вспомним, что прожорливые личинки стрекоз большую часть времени проводят подкарауливая свои жертвы). Такое непомерное потребление пищи имеет свое объяснение и свою биологическую целесообразность, о чем будет сказано ниже.

В аквариуме возможны наблюдения за развитием и ростом поденок. Их личинки живут в воде до трех лет, растут спорадично при каждой линьке. Всего бывает 19–22 линьки, в зависимости от принадлежности к определенному виду.

По завершении цикла развития личинка становится малоподвижной, перестает есть и сквозь ее покровы поблескивают пузырьки газа. Этот газ и поднимает утерявшую

подвижность личинку к поверхности воды: наступает момент выхода взрослого насекомого.

Появление взрослых форм поденок в аквариуме вполне возможно, но следует предупредить учащихся, что, в отличие от стрекоз, личинка поденки выходит за несколько секунд. У реофильных личинок, которые для превращения выходят на берег, надводные камни и стебли, опасность не столь велика и темп превращения не такой быстрый.

У всплывающей личинки вода скатывается со спинки и сухая спинка, оказавшаяся на воздухе, тут же лопается, и за несколько секунд из образовавшейся щели выходит насекомое. Три — пять секунд — и насекомое, взмахивая крыльями, взлетает над водой. В природе оно взмывает в воздух, в закрытом аквариуме садится на стенку над водой. Но это еще не поденка. Хотя и у этих насекомых, как и у стрекоз, тоже неполное превращение — нет стадии куколки, у них есть уникальная фаза — полувзрослое насекомое. Взрослая фаза насекомого носит название имаго, а полувзрослая — субимаго — тусклая, серая, с толстыми мутными крыльями и толстыми ножками. Вскоре субимаго сбрасывает шкурку и наконец появляется во всем великолепии настоящая поденка.

Взрослые поденки живут около 12 ч, иногда 2–3 дня. Если выход из личинок совпал с плохой погодой, могут прожить и 2–3 недели. Поденки-однодневки превращаются в имаго из полувзрослой стадии через несколько минут после выхода из личиночной оболочки (хотя и не так быстро, как выход из личинки). Живущие дольше могут пробыть 12 ч и более в стадии субимаго, имеющего недоразвитые рот и пищеварительный тракт и не питающегося. Функция взрослых насекомых: взлететь, встретиться, оплодотвориться и отложить яйца. Самцы погибают сразу после копуляции в воздухе; самки либо сбрасывают мешочки с яйцами в воду и затем гибнут, либо гибнут с мешочками на конце брюшка на пути к воде.

Здесь следует обратить внимание на два любопытных момента биологии поденок. Желудочно-кишечный канал этих насекомых не работает по своему прямому назначению, а заполнен газом и играет роль аэростатического аппарата. Он облегчает насекомому парение в воздухе. Учителю следует привлечь внимание к этому оригинальному факту перемены функций органа (сравнить с многофункциональностью прямой кишки у личинок стрекозы), а при изучении общей биологии этим фактом проиллюстрировать явление биологического регресса. Из органа пищеварения желудочно-кишечный тракт, утеряв свои первоначальные функции и способность химически

перерабатывать пищу, превратился по существу (хотя и инертно) в орган движения.

Второй любопытный момент биологии поденок — несоответствие огромной затраты энергии — на два превращения, полеты, копуляцию, откладку яиц — полному отсутствию ее пополнения. За счет чего живет насекомое в эти краткие часы полкой движения жизни? Оказывается, за счет накопленной впрок энергии: непомерное обжорство личинки позволило накопить в ее теле жировой запас, он, естественно, переходит и во взрослое насекомое. Вся длительная жизнь взрослой поденки происходит за счет сжигания энергии, полученной из этих запасов. Насекомое живет как бы поедая само себя и, исчерпав запасы, погибает, исчерпав свой жизненный ресурс полностью. Поэтому И. И. Мечников назвал поденок классическим примером естественной смерти организма, т. е. такой, при которой смерть определяется исключительно самим организмом, а не какими-либо внешними обстоятельствами или случайностями, что, конечно, не исключает гибели миллионов поденок от случайностей — в пасти хищников, например. Но те, которые погибли «своей смертью», погибают потому, что они выполнили свое назначение и жизнь каждой из них уже не нужна, нужна жизнь вида в целом, а ее насекомые обеспечили, спарившись и отложив яйца. Этим примером в курсе общей биологии можно проиллюстрировать некоторые положения учения о биологическом прогрессе вида, показать соотношение между постоянно существующим и развивающимся видом в целом и дискретными его образующими популяциями, индивидуумами, чья жизнь кратковременна и задача заключается в сохранении и развитии вида в целом. При наблюдениях за поденками юннатов-семиклассников разворачивать подобные рассуждения рано, но следует обратить их внимание на своеобразное «разделение труда» в онтогенезе поденки: личинка растет, ест и накапливает потенциальную энергию; имаго запускает и тратит эту энергию, но за счет ее израсходования обеспечивает продолжение вида.

В плане охраны природы можно обратить внимание на все сокращающиеся масштабы массовых вылетов поденок. Описан такой взлет в 1932 г. на Иртыше. Стаи поденок наблюдались на сотни километров, полоса их трупов сохранялась по берегам до осени. Есть немало красочных описаний лёта поденок в Европе, сделанных авторами в XVIII–XIX вв. Промышленное загрязнение рек в Европе привело к резкому сокращению популяций этих насекомых и сегодня в Западной Европе массовый вылет поденок уже не встречается.

В связи с этими обстоятельствами необходимо привлечь

внимание учащихся к созданию всех необходимых условий жизни поденок в уголке живой природы и бережному отношению к ним, как, впрочем, и ко всем обитателям живой природы.

Отряд полужесткокрылые. Группа водяных клопов — вторично водные животные (предки их жили на суше), но ими освоены практически все основные биотопы пресных стоячих и слабо текущих вод. Прибрежное мелководье, заросли водной растительности у поверхности воды заселены водяным скорпионом; приповерхностные стебли растений в отдалении от берега освоены ранатрой; в зарослях растений и на тенистом дне мелководья скапливаются кориксы и другие клопы-гребляки; среди подводных лесов охотятся плавты и плеи; в открытой воде бесчинствуют гладыши; они же охотятся у поверхностной пленки воды снизу; сверху, на поверхности открытой воды, то же проделывают водомерки; среди полузатопленных растений береговой зоны — палочковидные водомерки; поверхность быстро текущих вод населяют велии; дно быстрин — офелохирусы.

В нашем описании мы разделим водных клопов на три характерные группы по экологическим признакам.

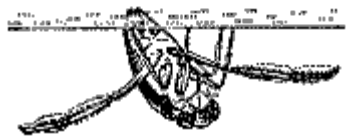


Рис. 28. Клоп-гладыш

Плавающие в воде клопы. Представитель этой группы — клоп-гладыш (рис. 28). Голова гладыша треугольной формы, что вообще характерно для клопов; на голове большие красноватые глаза. Такие глаза позволяют гладышу хорошо видеть любое движение, как в воде, так и на ее поверхности. Следует обратить внимание на хоботок насекомого: на конце хоботка подвижные колющие стилеты, этими стилетами клоп пронзает не только покровы жертвы, но и кожу человека. При укусе в тело жертвы (и ткани руки также) попадает ядовитая слюна, способствующая растворению тканей жертвы (у человека эта жидкость вызывает сильную боль и жжение на месте укуса).

Головогрудь и брюшко плотно пригнаны, первая пара крыльев превращена в надкрылья, они плотно закрывают собственно крылья и спину. Надкрылья образуют крышевидное покрытие спины. Такая выпуклая поверхность с килем по оси насекомого играет двоякую роль. При плавании киль помогает насекомому удерживать прямолинейное движение, при

подготовке к полету гладыш подплывает к поверхности воды и выставляет спину, она возвышается над водой, надкрылья раздвигаются, и клоп готов взлететь прямо с воды. У других клопов, например у ранатры, подготовка к полету занимает длительное время. Клоп-гладыш плавает на спине, поэтому и приспособительные признаки связаны с таким существованием перевертыша: киль, образованный надкрыльями, расположен при плавании на спине снизу, а все тело насекомого напоминает контуры лодки. При взгляде сверху на воду четко выделяются светлые предметы, поэтому у рыб, ряда водных насекомых, земноводных верхняя сторона темнее нижней (если взглянуть снизу на поверхность воды в аквариуме, видно, что на ее светлом зеркальном фоне теряются светлые предметы). Поскольку гладыш — перевертыш, у него все наоборот: темное брюшко и серебристо-светлая блестящая спина (этот светлый блеск обеспечивает прослойка воздуха под прозрачными надкрыльями).

Задняя пара ног превращена у клопа в мощные весла, они густо усеяны щетинками. Передние ноги служат для схватывания добычи. Ими гладыш как бы упирается в поверхность воды снизу, когда дышит, выставляя из воды кончик брюшка, густо усеянный волосками.

В природных водоемах гладыши живут примерно год, с перезимовкой, от лета до лета. Летом в тех же водоемах в обилии встречаются личинки разных возрастов. У них укороченное тело, на спине только зачатки надкрыльев, поэтому сверху хорошо видны сегменты брюшка. В аквариумах можно содержать либо личинок одного размера, либо взрослых насекомых (размер взрослого гладыша около 15 мм). В лабораторных аквариумах гладыши могут прожить более полутора лет. В школьных аквариумах они успешно живут ряд месяцев, сохраняют активность и зимой.

Для этих клопов необходим достаточно просторный сосуд и водные растения, расположенные с одной из сторон аквариума. Гладыши при обильном кормлении хорошо живут вместе с ранатрами, водяными скорпионами и водомерками. Но спокойнее содержать их отдельно. Корм для клопов — живой мотыль, мелкие насекомые, мухи с оторванными крыльями, брошенные на поверхность воды. Гладыши стремительно взлетают с поверхности воды, поэтому аквариум накройте крышкой.

В уголке живой природы, во внеклассной работе следует провести наблюдение за охотой гладышей, за отдыхом этих насекомых, выявить особенности передвижения, следует обратить внимание учащихся на любопытные черты этих клопов. Гладыши охотно заплывают за выступы, под укрытия, где находятся под

водой без напряжения мускулатуры, обычно всплывают пассивно, без усилий к поверхности, перед погружением выпускают воздух из стигм, а погружаясь, сбрасывают излишки воздуха пузырьками. Что это дает насекомому? Гладыш вообще не смачивается, он живет в воде как бы в пузыре воздуха. Можно спросить учеников за счет чего удерживается этот воздух?

Брать гладышей руками нельзя!

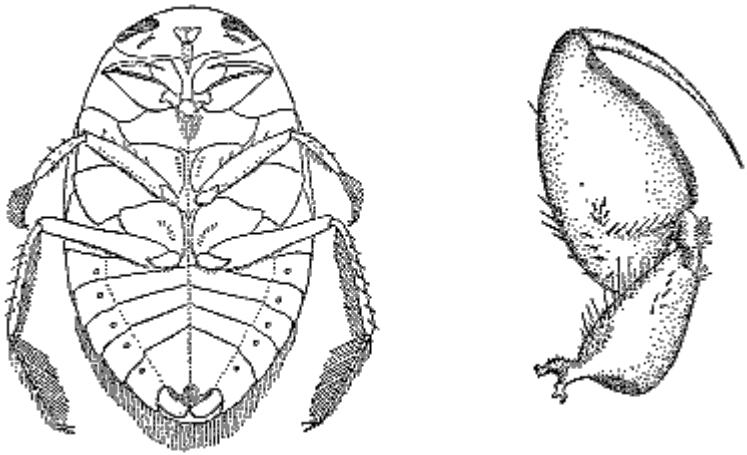


Рис. 29. Клоп-плавт

Великолепно плавает и клоп-плавт, но путь его приспособления к жизни в водной среде иной по сравнению с гладышем. Тело плавта уплощенное, сверху оливково-зеленое, снизу серебристое за счет воздушного покрова. Последняя пара ног удлинена, густо покрыта волосками — это мощный плавательный орган. В длину плавт такой же, как и гладыш, в ширину значительно больше (рис. 29). Полезно сравнить особенности плавания плавта с гладышем. Гладыш — хищник открытой воды — плавает в основном прямолинейно, с помощью широко расставленных в стороны задних ног. Ими он делает мощные гребки. Плавт — хищник зоны водной растительности — свободно маневрирует среди стеблей, может описывать крутые виражи, свободно давать задний ход, его гребные ноги взмахивают более часто. Он может действовать ими вместе или попеременно — при крутых поворотах. Плавт, возможно, и не такой быстрый пловец, как гладыш, но более маневренный. В этом смысле его манера плавания ближе к жукам-плавунцам, чем к ближайшему родичу — клопу-гладышу (явление конвергенции).

При наблюдениях за плавтом интересно рассмотреть его передние ноги — совершенный хватательный аппарат. Это уже и не ноги, а клещи. Они укорочены, бедро расширено, голень и

лопатка сужены. В состоянии покоя узкая часть входит в паз широкого бедра, как лезвие перочинного ножа.

Плавт нападает на все, что ему кажется подходящим в качестве добычи по размеру. Плавты — нежелательные гости в рыболовных хозяйствах. Они активно поедают молодь рыб. В аквариуме плавты равного размера при хорошем кормлении живут до года, зимой сохраняют активность. Кормить надо так же, как и гладыша. Правда, мух с поверхности едят менее охотно — это не типичные для них вид добычи и зона охоты. Плавт, однако, легко схватывает корм с поверхности, переворачиваясь на спину. Охотно ест моллюсков, нападает на аквариумных улиток.

Самец плавта издает высокие щелкающие звуки, призывая самку и ухаживая за ней. Личинки плавта появляются в природе в середине лета. В аквариумах они успешно живут, линяют и к началу учебного года превращаются во взрослое насекомое. Брать плавта в руки нельзя — укол болезнен, слюна ядовита!

Третьим представителем плавающих клопов является группа гребляков — корикса, сигара и др. Размер крупных гребляков — до 16 мм, как и плавта, но уплощенное тело их более вытянуто, чем у него. Сигары значительно меньше. Плавательные ноги — задние. Средние играют роль якоря-захвата, когда насекомое присаживается на глубине для отдыха и питания на растения и грунт. Передние ноги превращены в своеобразные черпачки, их края усажены толстыми жесткими щетинками. Щетинками клоп наскребает водорослевый налет с растений и грунта, собирает его в черепочки и затем всасывает несколько расширенным по сравнению с другими клопами хоботком. Таким образом, все три пары ног гребляков узкоспециализированны (рис. 30). Передними ногами гребляки издают мелодичные звуки, привлекающие самок. Эти звуки трудно услышать с берега водоема, но из аквариума они доносятся отчетливо. Известный натуралист-путешественник А. Фидлер в книге о природе Мадагаскара «Горячее селение Амбинанителло» писал, что тропические гребляки ночью дают столь мощные концерты, что заглушают пение птиц.

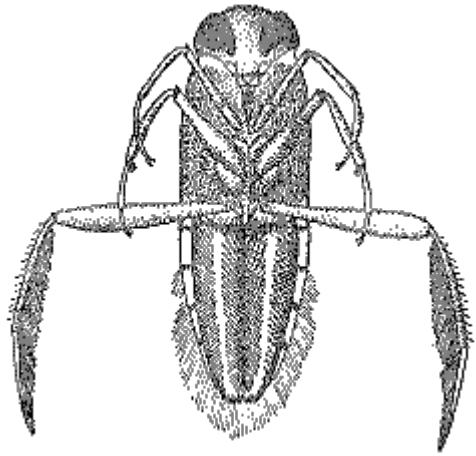


Рис. 30. Клоп-корикса

Питание гребляков — предмет давнишнего спора ученых: хищник ли этот клоп? Бесспорно, что гребляки растительноядны, зеленая масса пищи хорошо просвечивает сквозь тело личинок, имеющих лишь зачатки надкрыльев. О таком характере питания говорит и специализация передней пары ног. В аквариуме можно наблюдать и сам процесс питания. Тем не менее ряд авторов считает гребляков хищниками, даже опасными для рыболовства. Последнее предположение можно выяснить во внеклассной работе.

Дышат гребляки, стремительно выставляя у поверхности не заднюю часть брюшка, а спинку головогруди. Взятые в руки, гребляки выделяют пахучую защитную жидкость. Покровы и взрослых насекомых довольно мягки, поэтому гребляков не стоит содержать с другими клопами даже равного размера, содержать их надо в обильно засаженном растениями, ярко освещенном аквариуме. Живут в таких условиях эти клопы по нескольку месяцев.

Клопы, живущие на субстрате. Водяной скорпион, как и гладыш, широко распространен в наших водоемах. Рассматривая внешний вид клопа (рис. 31), следует обратить внимание на две задние пары ног, сравнить с ногами у свободно плавающих клопов. Ноги скорпиона лишь слегка опушены волосками, морфологически аналогичны ногам наземных клопов и почти не претерпели особых изменений при перемещении из воздушной среды в водную. В основном они выполняют сходные функции, служат для передвижения по субстрату. Но клоп может передвигаться с их помощью, гребет обеими парами, плавает медленно, отрывается от субстрата неохотно.

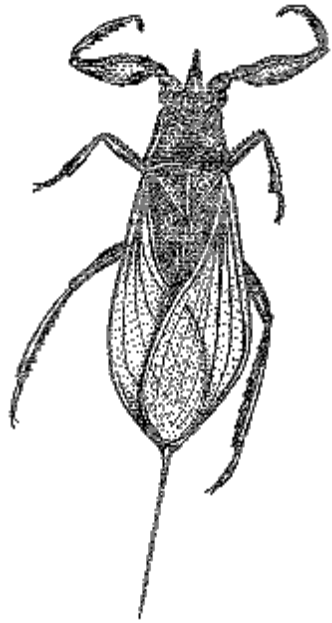


Рис. 31. Клоп водяной скорпион

Зато передняя пара специализирована на схватывании добычи, превращена в мощные рычаги-захваты. Ноги выдвинуты вперед, бедро расширено, голень и лапки напоминают лезвие ножа. Это лезвие почти полностью укладывается в спокойном состоянии в соответствующий паз бедра, а конец лапки даже заходит за крючок в основании бедра. Находясь в засаде, клоп держит ноги-захваты в рабочем состоянии; они широко расставлены, лезвия стоят под прямым углом к бедрам. Захват молниеносный; хотя добыча довольно крупная и пытается вырваться. Помогают ходильные ноги, они крепко держат клопа на субстрате. Сорванный с субстрата водяной скорпион не может овладеть крупной и сильной добычей. На субстрате он может справиться с головастиками, лягушатами, мальками рыб. Пока жертва безнадежно бьется в мощных захватах, хоботок клопа ищет надежное место и, наконец, вонзается в добычу. Действие слюны аналогично действию слюны гладыша. Хоботок водяного скорпиона успешно пронзает и кожу человека, укус клопа болезнен.

При демонстрации приспособленности клопа к жизни в воде обращается внимание учащихся на способ дыхания. На конце брюшка у водяного скорпиона есть два длинных и тонких желобообразных выроста; вогнутая часть их — это хорошо видно в лупу — густо покрыта волосками и не смачивается.

Соединенные желоба образуют дыхательную трубку, кончик которой насекомое выставляет из воды. Иногда клоп раздвигает половинки трубки, трет их друг о друга, — одним словом, тщательно следит за работоспособностью воздухопровода. Трубка позволяет скорпиону находиться в засаде в некотором отдалении от поверхности, что повышает безопасность. Она же помогает клопу часами поджидать добычу в неподвижности. Незаметности клопа на бурой листве или у берега способствует и грязно-бурая окраска верхней стороны тела, и форма, напоминающая упавший в воду лист. У скорпиона и ранатры две пары ног почти не изменились, передняя пара превратилась в орудие захвата — ловчий аппарат (конвергентно: мы видим такую же специализацию у наземных богомолов). Образование дыхательной трубки связано с глубокой перестройкой морфологии филогенетического характера.

Клопы, живущие на поверхности воды — это различные виды водомерок. Водомерки — наиболее сложные для содержания в аквариумах насекомые пресных водоемов. Во-первых, им нужна сравнительно обширная площадь поверхности водоема. Если и подобрать такой аквариум, то весь его остальной объем пропадает, так как бегающие по поверхности насекомые привлекают любого жителя глубин, будь то рыбы или насекомые. С другой стороны, водомерки очень пугливы, если клопы на субстрате при испуге замирают, а свободно плавающие устремляются в глубину, водомерки мчатся по поверхности и сильно ударяются в стенки аквариума. Затруднено и их кормление. Кормить надо мухами, тараканами, брошенными на поверхность воды, можно осторожно опускать на воду пинцетом отдельных личинок комара — мотыль. Эти личинки имеют несмачиваемую поверхность, если их предварительно минут пять подержать на сухой газете поодиночке, поэтому некоторое время они плавают полупогруженными. Чтобы резкими движениями они не отрывались от поверхности и не уходили на глубину, перед скармливанием им придавливают пинцетом переднюю часть. Беда, однако, в том, что пинцет с кормом больше пугает водомерок, чем привлекает.

Тем не менее один-два месяца водомерок можно держать в аквариуме совместно с моллюсками, ракообразными. Не обращают внимание на водомерок и не могут их поймать крупные личинки жуков. Лучше живут в неволе палочковидные водомерки и велии, чем наши обычные прудовая и рыжеватая, достигающие в длину 17 мм.

Рассматривая водомерку, следует обратить внимание на специализацию ног: передняя пара — хватательные; средняя —

основной двигатель; задняя — рули поворота и обеспечения устойчивости и прямолинейности движения. Можно сравнить хватательные ножки с такими же у плавта и скорпиона — у водомерки специализация не зашла столь далеко и хватательный аппарат не столь совершенен. Распределение ролей между двумя остальными парами ног лучше наблюдать на экскурсии.

Плотность водомерки близка к единице, поэтому тонкие, покрытые волосками ножки не пробивают, а прогибают поверхностную пленку воды. Если удалось нормально посадить водомерку на поверхность воды в достаточно широкой плоской банке (можно использовать салатницу), осторожно приблизьте к банке сильную настольную лампу.

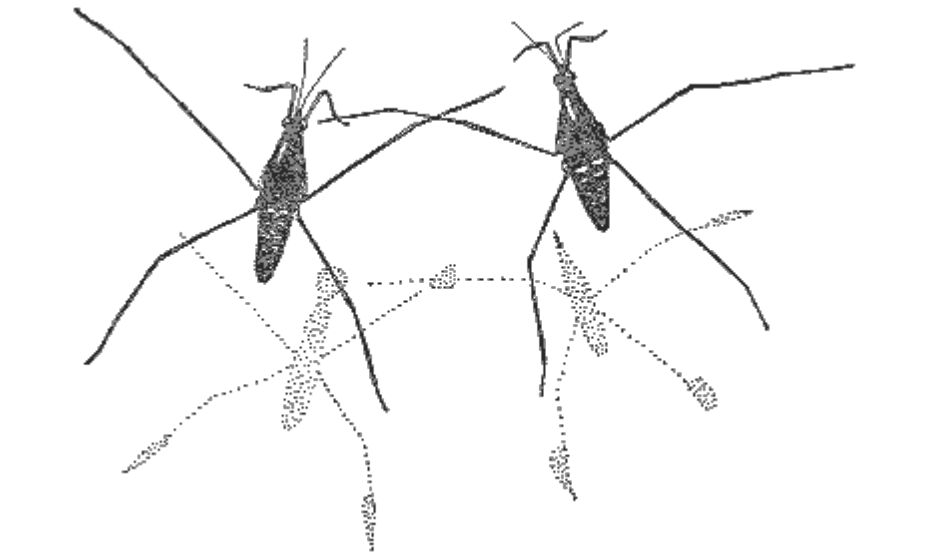


Рис. 32. Личинки клопа-водомерки

На дне сосуда образуется тень от расположенного на поверхности воды насекомого, при этом на месте лапок будут видны широкие темные овалы типа таежных лыж. На самом деле никакого расширения соприкасающихся с водой концов ножек нет, нет и широко раздвигающихся волосков, как предполагали раньше (подобную тень от водомерки можно увидеть и на песке водоема). Это оптический эффект, связанный с вогнутостью под тяжестью ноги поверхностной пленки воды и лучепреломлением (рис. 32).

Водомерка палочковидная, или гидрометра, имеет тонкое вытянутое тело. Почти треть тела занимает голова с выпуклыми глазками. Достигает в длину 9 мм, движется по поверхности воды

медленно, часто ползает по плавающим листьям. В аквариумах, где самопроизвольно размножились на поверхности воды подуры, гидрометру специально кормить не нужно. В отличие от обычных водомерок гидрометры движутся по поверхности, попеременно переставляя ноги. Велии тоже живут в аквариумах неплохо. Это обычно бескрылые водомерки. Они могут находиться и на растениях, но превосходно бегают и по воде, причем быстро текущей. В ручьях забавно наблюдать, как велии бегут по стремительно несущейся воде, причем могут двигаться и против течения, а иногда бегут даже задним ходом (это любопытное приспособление к жизни на быстринах, ведь пока насекомое будет разворачиваться, его основательно снесет потоком).

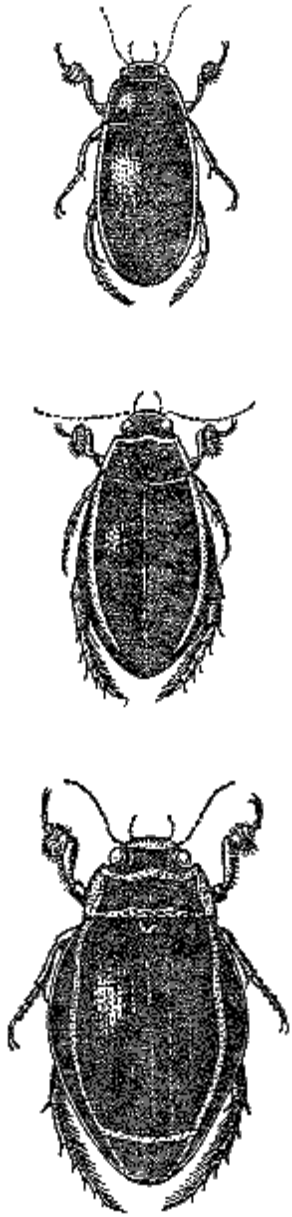


Рис. 33. Плавунцы: окаймленный, цибистер, широкий (сверху вниз)

Отряд жесткокрылые. В природных водоемах встречается большое количество прибрежных и собственно водяных жуков. Их можно успешно содержать несколько месяцев в аквариумах. Однако для учебных целей достаточно иметь в школьном аквариуме всего трех представителей отряда жесткокрылых (жук-плавунец, водолюб и вертячка), на примере которых можно не

только рассмотреть общие черты этого отряда, но и специализацию к жизни в водной среде. На примере первых двух можно в аквариуме проследить весь онтогенетический цикл с полным превращением — яйца, личинки, куколки, взрослая форма. Известную сложность представляет в неволе лишь один этап — переход от второй к третьей фазе, но при некотором навыке эта трудность преодолима.

Несколько сложнее содержать в аквариуме вертячек, но они настолько специализированы, что их присутствие в школьном уголке аквариумов весьма желательно.

Жук-плавунец — один из крупнейших представителей жуков на нашей территории. Под этим широко распространенным названием скрывается несколько видов схожих крупных обитателей вод: плавунец окаймленный до 35 мм, плавунец широкий до 45 мм, плавунец лапландский до 28 мм (этого жука неспециалисты путают с окаймленным плавунцом; в окрестностях Ленинграда, в средней полосе европейской части страны, в Сибири он нередок) и цибистер (рис. 33). На уроках при прохождении тем демонстрируют жуков, выставленных на столы учащихся в аквариуме или в банках.

В школьной программе по биологии и учебнике предлагается изучение особенностей строения насекомых на примере майского жука и параллельное использование живых водяных жуков. Это расширит и углубит представление учащихся о характерных особенностях представителей этого отряда, а присутствие живых объектов сделает урок более интересным.

При использовании водных жуков на уроке «Отряд жесткокрылых» демонстрируются не только характерные особенности жуков, но и черты приспособленности их к жизни в водной среде. Приобретенные учащимися знания помогут им осмыслить понятие «приспособленность» при изучении его в курсе общей биологии.

Тело плавунца сверху темно-зеленое, с коричневатым отливом, снизу он имеет либо коричневую, либо темно-кремовую окраску. Окраска верха защитная. По краям тела проходит желто-бурая полоса (окаймленный плавунец), такие же полоски отделяют от головы и надкрылий грудь.

Элитры (твердые надкрылья) самцов и самок различны — у некоторых самок они покрыты глубокими бороздами. Однако этот признак не обязателен, в тех же водоемах встречаются самки с гладкими надкрыльями.

Тело кпереди и к бокам утончается и образуется краевой киль, помогающий разрезать плотную среду — воду. Все три основных отдела жука — голова, грудь, брюшко — плотно

пригнаны друг к другу и образуют монолитный корпус своеобразной подводной лодки (сравнить с наземными жуками, где такая подгонка отсутствует, эти части сочленены обычно не столь плотно).

Благодаря этому жук свободно маневрирует в воде без затраты мускульной энергии на сохранение формы тела и удерживает под надкрыльями, в субэлитральной полости, довольно большой пузырь воздуха.

Вторая особенность жука как обитателя вод — специализация ног. Первая пара в движении не участвует, они служат для схватывания добычи и передвижения по субстрату. Вторая пара — якори. С их помощью жук балансирует на глубине, иногда эти ноги участвуют в удержании добычи. Обе пары мало отличаются от обычных ходильных ног. Третья пара специализирована именно на плавании. Членики этой пары уплощены и по краям усеяны жесткими волосками, при движении ноги вперед волоски складываются вдоль ноги, а при загребании раздвигаются и увеличивают плоскость весла, следовательно, и мощность броска тела вперед. Гребет плавунец задними ногами одновременно. С помощью подвижной пары коготков на каждой ноге жук может держаться на субстрате, ползать.

Со способом дыхания плавунца учащиеся знакомятся во внеклассной работе, проводя наблюдения в уголке живой природы, но на уроке при обзорном изучении отряда не исключен краткий рассказ учителя или сообщение ученика о приспособленности к дыханию жука-плавунца. Жуку, дышащему атмосферным воздухом, приходится периодически подниматься к поверхности веды за пополнением запаса кислорода. У жука есть грудные стигмы, плотно закрытые в воде. Через них жук дышит во время полета, при движении вне воды. Брюшные стигмы находятся в субэлитральной области, там же сосредоточен и запас воздуха. При соприкосновении с поверхностью воды жук выставляет задний овальный конец брюшка, и воздух субэлитральной области соединяется с атмосферой. Если опасности нет и жук не торопится, обновление субэлитрального объема происходит пассивно, за счет диффундирования молекул газа. Если же жук спешит, он с силой выжимает воздух из трахей и субэлитральной области, затем чуть приподнимает надкрылья и набирает новый запас.

Объем воздуха в субэлитральной области играет и роль гидростатического аппарата, обеспечивая плавучесть жука. Чтобы уйти от поверхности в глубину, жук прилагает усилия ног-весел, но может ослабить это усилие, уменьшив запас воздуха, выпустив его пузырьками. Этот же запас воздуха позволяет плавунцу

пассивно подниматься к поверхности, как это бывает у гладыша.

Если жук слишком много сбросил воздуха при спуске или солидно наелся на глубине, запас воздуха в субэлитральной области уже не обеспечивает подъем, приходится усиленно грести вверх.

В жизни этого великолепного пловца есть моменты, при которых он может утонуть и погибнуть от удушья, захлебнуться. Если сброс воздуха был излишним, а удельный вес увеличился за счет съеденной пищи, жуку не удается даже догрести до поверхности. Жук срыгивает пищу, освобождает кишечник, но иногда и это не помогает, приходится ползти к поверхности по стеблям растений.

Иногда жука неосторожно хватают, а потом помещают в банку с другими выловленными животными, чтобы нести с экскурсии в уголок живой природы. Если в банке много животных, да еще есть моллюски, выделяющие слизь, а при переносе вода сильно колеблется, плавунцы могут утонуть в пути. Выпуская их в аквариум лучше положить на лист, позволяя жуку самому «решить», когда ему нырнуть в воду.

В субэлитральной области находятся и большие, прозрачные, сложенные крылья, а так как они постоянно в камере с воздухом, то никогда не намокают. Жуки перелетают из водоемов, когда те высыхают, или переполняются, в сумерки. Перед полетом жук выбирается из воды, его покровы сразу высыхают, но для полета это тяжелое насекомое не готово: требуется закачать в трахеи воздух, срыгнуть пищу, опорожнить кишечник. Накачивание воздуха в трахеи сопровождается характерным звуком. Минут через пять — десять жук раскрывает элитры, расправляет собственно крылья и тяжело взлетает. Полет у плавунцов прямолинейный, не маневренный, но летают они на большие расстояния. Очевидно, плавунцы в полете хорошо чувствуют направление на водоем, видят среди суши его поверхность даже ночью. Но иногда ошибаются и с грохотом ударяются о стеклянные крыши оранжерей, блестящую поверхность мокрого асфальта. Привлекает их и свет.

Питание жуков-плавунцов не всегда удается продемонстрировать на уроке, лучше это наблюдать во внеклассной работе. Едят жуки много, жадно, небрежно. Капля крови, попавшая в воду, вызывает у них неистовство. В аквариумах их можно кормить любым животным белком: сухим кормом для аквариумных рыб, креветками и мясом. Плавунцы наносят известный ущерб рыбоводным хозяйствам; есть сведения, что они нападают на рыб, больших по размерам. Н. Ф. Золотницкий описывает, как они напали на лужанку и проникли

даже в раковину, куда улитка попыталась спрятать ногу. Не отрицая достоверность этих сведений, хотелось отметить, что в наших условиях жуки-плавунцы отлично уживаются с улитками-ампулляриями, рыбами, тритонами и лягушками, равными им по размерам.

Размножение плавунцов можно наблюдать в уголке живой природы. Самец преследует самку по всему аквариуму и, наконец, схватывает ее передними двумя парами ног за спинку. На передней паре у него дисковидное утолщение, на котором в лупу видны две круглые присоски, а в микроскоп — множество мелких.

Всего на диске каждой передней лапки 170 присосок, а на каждой лапке второй пары — 1590 еще более мелких, в целом у жука их 3520. Присоски действуют по типу известной игрушки, где стрелы снабжены резиновыми присосками. При ударе о гладкую поверхность присоска расплющивается и стрела присасывается. Захват самки осуществляется самцом с силой и быстро, диски расплющиваются и присасываются. Но, чтобы избежать дальнейшей деформации и отпадения, присоски закрепляются выделяемым из их центра клейким, нерастворимым в воде секретом. Сила приклеивания очень велика, можно за спинку выхватить из воды самца спарившейся пары и самка будет висеть на его ножках-присосках. В эксперименте присоска выдерживала большую массу, чем у самого жука.

Пара жуков может плавать в таком положении не один день. При этом гребет самец, он определяет темп и направление движения; самка пассивна, может лишь ухватиться за субстрат. У поверхности дышит тоже самец, самке просто не достать поверхности. Дышит она своеобразно: из субэлитральной области выдавливается пузырек воздуха; поскольку в нем концентрация углекислоты превышает ее концентрацию в воде, а концентрация кислорода, напротив, меньше, чем в воде, молекулы начинают диффундировать, пока уровни концентрации не выравниваются. Тогда самка втягивает обновленный воздух и им заполняются трахеи. У плавунца такой способ дыхания характерен и для зимнего подледного дыхания, когда энергетический расход не велик у полуоцепеневшего жука. При таком дыхании масса самки, приведенная к единице объема, оказывается значительно больше единицы. Если разбить пару жуков после двух дней спаривания, можно увидеть, как самец удирает, а самка падает на дно, иногда она так и не может достигнуть поверхности и гибнет. Если пара благополучно спарилась, у самки образуется сперматофор — мешок с семенем, который закрывает ее половое отверстие вязкой белой массой. Теперь сперматозоиды и яйца будут находиться в теле самки до весны, когда произойдет откладывание яиц.

Но нужно еще сохранить и самку, вернуть ей утерянную за время спаривания плавучесть. И вот самец подплывает к поверхности, вдыхает много воздуха, а затем становится почти вертикально. При таком положении до поверхности достает и конец брюшка самки, она интенсивно дышит, обновляя воздух во всей системе. Только после этого пара распадается.

В аквариуме самка плавунца откладывает продолговатые светлые яйца в стебли водных растений, например стрелолиста, черешки листьев алисмы, эхинодорусов, циперуса. Яйцекладом делается разрез, и в углубление опускается яичко. Яйца мягкие, растительная ткань служит им естественной защитой. Через 3–5 недель — в зависимости от температуры — выходят личинки и падают на дно, где некоторое время и лежат неподвижно. Главная задача новорожденной личинки — наполнить воздухом трахейную систему. К поверхности личинка добирается с большими усилиями и выдвигает из воды задний конец тела с дыхальцами. На конце последнего членика брюшка имеются два отростка. Как только они коснутся поверхности, личинка как бы прилипает к поверхности и замирает в характерной позе — изогнувшись так, что грудь и голова находятся горизонтально, под прямым углом к вертикально стоящему брюшку. Заполняя трахеи воздухом, личинка растет в объеме, увеличиваясь с 10 до 16 мм.

Затем личинка переходит к активному питанию и уже через неделю достигает 25 мм, а после первой линьки растягивается до 36 мм. Вскоре личинка линяет снова. Больше она линять до конца личиночной стадии не будет, но, в отличие от личинок стрекозы, рост ее будет продолжаться, ткани и покровы — растягиваться, пока она не достигнет в длину 65 мм при диаметре 10–12 мм в наиболее полной части брюшка.

Личинка плавунца хорошо плавает с помощью шести покрытых волосками ног. Своеобразным веслом является последний членик брюшка, он тоже имеет два ряда густых волосков. Ударяя этим веслом, личинка может делать резкие скачки. Наиболее быстрое движение достигается волнообразными движениями всего тела в вертикальной плоскости. Такой же характер плавания у личинки перед окукливанием. Заметив, что личинка перестала питаться и плавает только таким способом, надо помочь ей выйти из воды: либо поместить в горшок со мхом и влажным песком, либо пересадить в акватеррариум. Поползав некоторое время по влажной почве, личинки плавунца начинают строить гнездо для окукливания. В земле она выстраивает из почвы кокон с гладкими стенками. В наших условиях окукливание проходило в густом мху, переплетении надводных

корней циперуса. Куколок переносят в пол-литровые банки, на одну треть заполненные чуть влажным песком, закрывают и ставят в темноту. Через три-четыре недели куколка шевелится все чаще, а затем, изворачиваясь, разрывает кожу и из футляра выходит белый с черными глазами жук. К концу дня усики и ноги становятся коричневыми, затем темнеет и твердеет хитиновый покров туловища. Через неделю после выхода из оболочки куколки жука можно осторожно с плавающего листа растения или плотика пустить в воду аквариума.

Весь цикл развития длится 3–5 месяцев, взрослые жуки живут в аквариумах по 2–3 года, были случаи, доживали и до 5 лет. Для полного цикла развития жуков критическими являются два периода: откладка яиц (нужно, чтобы были подходящие стебли и их с яйцами следует перенести в специальный водоем) и выход личинки для окукливания. Наблюдая за личинкой, учащиеся должны помнить, что ни в коем случае ее нельзя брать руками — укус челюстями очень болезнен.

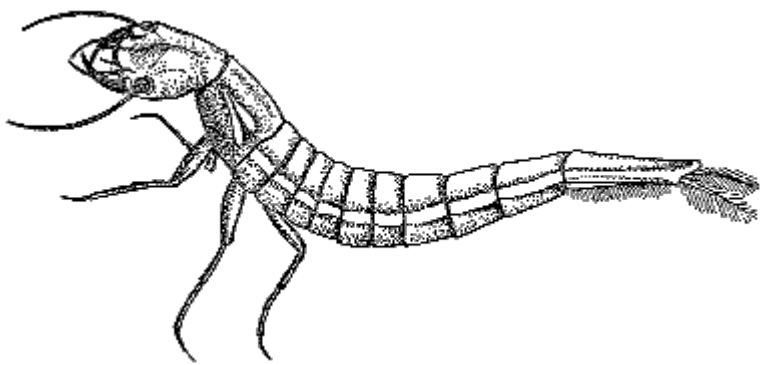


Рис. 34. Личинка плавунца

Питание личинки можно проследить в уголке живой природы (рис. 34). Вонзив в жертву серповидные челюсти, хищница замирает. Жертва некоторое время бьется, потом затихает, происходит это под влиянием жидкости, выделяемой стенками пищевода, жидкость эта ядовита, лишает пойманное животное способности двигаться. Яд поступает в жертву по каналам внутри челюстей (сравнить с ядовитыми зубами змеи), настоящий рот отсутствует. Затем также отрыгивается черная жидкость из желудка, богатая ферментами, которые переводят белки жертвы в жидкое состояние. Через каналы в челюстях личинка начинает засасывать разжиженные белки. Если осторожно наклониться над личинкой, хорошо видно сквозь прозрачный покров головы, как по каналу, проходящему по ее оси, импульсами продвигается

кашица из пищи. Высосав первую порцию, личинка снова отрыгивает ферменты, и так до тех пор, пока не останется от добычи пустая шкурка. Рот есть у только что вышедших из яйца личинок, затем он зарастает и появляется уже на стадии куколки. Следовательно, наружное пищеварение и насос появились как более позднее приобретение в филогенезе. Цибистер — имеет русское название — скоморох. Этот жук встречается в Западной Европе, Прибалтике, на юге европейской части СССР, в Закавказье, Средней Азии. Относится к индо-малайской фауне. С восточного побережья Африки нам привозили крупных (длиной 4,5 см), черно-зеленых, с вишневым низом и ногами жуков, которые тоже относятся к роду цибистер. На наш взгляд, этот род более адаптирован к жизни в воде. Части тела его еще более подогнаны друг к другу, при взгляде сбоку не видно характерного для плавунца спинного горба, нет и резкого сужения брюшка к концу. На конце брюшка не овал, выставляемый для дыхания, а октаэдр. Густо опушена вторая пара ног. Третья пара имеет более густые и широкие волоски, чем на гребной паре плавунца. На этих ногах один неподвижный коготок, но зато на очень широких голенях по паре больших шпор (у тропических цибистеров длина шипов 5 мм). Задние ноги цибистеров в состоянии покоя не изгибаются серповидно на спину, а расставлены в сторону (рис. 33). Цибистеры более стремительны на быстром ходу, а количество гребков у них меньше, чем у плавунца; маневрирование на малой скорости происходит как с помощью загребающих и рулящих ног, так и с помощью второй пары. Цибистер может на полном ходу остановиться.

Цибистеры живут в неволе по 3 года. Можно проследить в аквариуме цикл их размножения и развития. Спаривание как у плавунцов (присосочный диск состоит только из мелких присосок). Личинка более неповоротлива, чем у плавунца, предпочитает передвигаться в зарослях растений, плавает плохо и неохотно. Поэтому ловит медлительных животных на стеблях. Следовательно, вред от личинки цибистера для рыб в рыбхозах исключен.

Жук-водолюб — самый крупный жук Европы (длиной до 5 см). Отделы тела его пригнаны друг к другу не так хорошо и плотно, как у плавунцов и цибистеров. У самца на передней паре ног треугольные выросты с присосками. Нижняя сторона жука кажется серебристо-белой из-за прослойки воздуха, удерживаемой густыми волосками. На брюшке и снизу среднегруди расположены дыхальца. Приближаясь к поверхности, водолюб выставляет вперед сяжок, так что один из члеников соприкасается с поверхностью и тут же образует воздушный

канал от атмосферы к прослойке на нижней стороне тела, по которому и идет обновление воздуха (рис. 35).

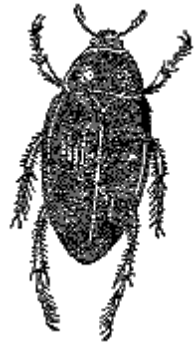


Рис. 35. Водолюб черный

Водолюбы хорошо и подолгу живут в аквариумах, в том числе и совместно с рыбами. Питаются они в основном низшей растительностью, иногда незначительно повреждают и высшие растения. Охотно поедают мотыль, белый хлеб, мясной фарш, подбирают в аквариуме падаль. Взятый в руку, жук скрипит и больно колется шпорами на ногах. Водолюбы хорошо сживаются со всеми обитателями аквариума.

На уроке можно рассмотреть способ передвижения водолюба. Ходильные ноги его мало изменились в водяной среде. Они слабо сплющены, не сильно опушены волосками. Гребет он попеременно, в отличие от плавунцов; в плавании участвуют две задние пары ног. Наш водолюб — пловец плохой. Но плавание — не основной вид передвижения этих жуков. Они предпочитают и вверх и вниз передвигаться по стеблям растений. Свои экскременты эти жуки оставляют на растениях, в серебристо-белых капсулах.

Оплодотворенная самка может в аквариуме отложить яйца. Она помещает их в кокон, который сплетает из тонких белых нитей (рис. 36). Кокон отличается характерным рогом, торчащим вверх. Как полагают, это воздухопроводящее устройство и одновременно нечто вроде мачты, обеспечивающей устойчивость кокона на поверхности воды. Из кокона выходит личинка (рис. 37) длиной 14 мм (в 4 раза длиннее яиц). За время развития личинки линяют три раза и достигают 8 см.

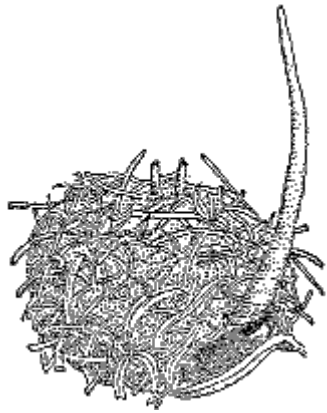


Рис. 36. Кокон водолюба

Толстая серая личинка плавает плохо, ее ножки слабовыражены, поэтому она предпочитает передвигаться по растениям. В основном питается улитками и другими малоподвижными животными. Схватив катушку и прикрепившись к растению или пассивно качаясь у поверхности, личинка выбрасывает над водой голову. С помощью жвал и щупиков она ощупывает раковину, поворачивает ее, дробит, на тело моллюска отрыгивает пищеварительные соки и полупереваренным поедает. Действие этих соков возможно только вне воды, поэтому личинка высовывает голову. Каналов в жвалах нет, пищу она засасывает ртом (рис. 37).

Личинка водолюба, если взять ее пинцетом, притворяется мертвой и повисает. Но она может и защищаться: отрыгивает черную жидкость, пытается укусить жвалами.

Перед окукливанием личинка действует так же, как личинка плавунца. Уловив этот момент, ее надо извлечь из воды в банку с чуть влажным песком, где и произойдет превращение в куколку.

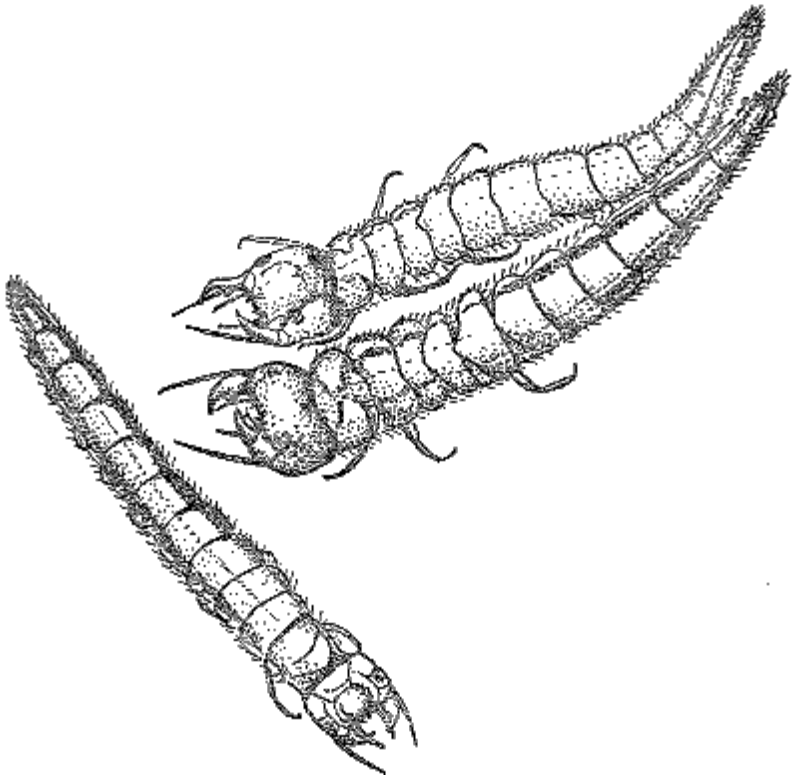


Рис. 37. Личинки водолюба

Вертячки — маленькие (до 8 мм) черные жучки родов Gyrinus и Orectochilus — обитают на поверхности воды (рис. 38). Они быстро движутся кругами или медленно описывают плавные дуги на поверхности воды. Скорость их феноменальна, при испуге они мелькают как черные точки. В горных речках удается наблюдать, как жуки из заводей попадают на бурлящую стремнину, но преодолевают поток и успешно возвращаются в тихую гавань. Вертячки могут уходить на глубину, где тоже развивают большую скорость. Причину и механизм их криволинейного движения необходимо изучать. Х. Шерфиг, приводя ряд мнений ученых по этому поводу, заключает, что «прямолинейное движение для них исключено». Как и водомерки, вертячки — обитатели поверхности водоема — трудны для содержания в аквариуме. Они могут, конечно, прожить несколько месяцев в банках, но это не жизнь, а медленное угасание. В достаточно плоском и широком водоеме они живут лучше. Но оптимальных условий для жизни создать им не удается. Зона кружения одного жучка составляет 1–2 м^2. Это — стайные насекомые, а зона стаи еще больше. Но вертячки нужны как пример наиболее интересной приспособленности жуков к

жизни в водной среде. На уроке рассмотреть механизм движения жучка трудно, лучше это сделать во внеклассной работе, а на урок представить доклад юнната. Две пары задних ног жука превращены в совершенные весла: все членики превратились в широкие пластинки, даже волоски имеют вид пластинок. Когда жук несет ногу вперед, все пластинки складываются, а когда он делает гребок назад, раскрываются, как веер. Не удивительно, что жучки обладают такой скоростью.

Передняя пара ног мало изменилась, они служат для захвата пищи и удержания на субстрате. В аквариуме вертячки поедают мотыль и мух, брошенных на поверхность воды.

Рис. 38. Вертячка

Одно из интересных приспособлений — глаза жучков. Живут вертячки на границе двух сред — воздуха и воды. Соответственно этому каждый глаз перегорожен хитиновой полоской на две части. Эта разделяющая полоса располагается на уровне поверхности воды. Можно дополнительно сообщить учащимся, что в тропиках природа повторила этот прием у рыб: приповерхностная рыба четырехглазка имеет горизонтальное разделение каждого глаза, хотя у нее, естественно, не фасеточные глаза, как у жуков. Вертячки также при помощи усиков воспринимают распространяющиеся на поверхности воды волны, создаваемые различными организмами, и посылают свои, улавливая их эхо от предметов и живых существ. На экскурсии, заметив заводь, где плавают вертячки, коснитесь рукой воды где-нибудь в стороне, за кустами: вертячки мигом ныряют на 3–5 мин.

Таким образом вертячки блестяще приспособлены к жизни в водной среде.

Отряд ручейники. На территории СССР встречается более 600 видов ручейников. Взрослые насекомые похожи на невзрачных

ночных бабочек, окрашены в серые, бурые тона, летают мало, чаще сидят или ползают на прибрежных растениях. Могут бегать и по поверхности воды. Питаются цветочным соком. В неволе могут некоторое время жить, питаясь медом, сахарным песком. Есть, впрочем, виды, у которых взрослые насекомые вообще не питаются, подобно поденкам. Многие ручейники выпускают защитную, резко пахнущую жидкость.

Личинки ручейников — наиболее интересные для наблюдения обитатели воды. Этот отряд насекомых распространен практически во всех типах пресных водоемов (в тропиках встречаются прибрежные морские виды) и освоил самые разнообразные биотопы.

В быстро текущих водах обитают ручейники, которые строят ловчие сети — конусы. Поток воды надувает эти сети и заносит в них мельчайших животных — питание личинки. В аквариуме такую личинку содержать трудно — она требует прохладной, насыщенной кислородом воды. Кроме того, личинка в стоячей воде строит сеть, но это бесформенный комок паутинок.

В зоне прибоя озер и во впадающих в них ручьях живут личинки, которые строят переносные домики из песчинок. У одних это изогнутая, чуть расширяющаяся к переднему входу трубочка; у других — тоже трубочка, но прикрытая сверху слепленным из песчинок щитом. Волны прибоя скользят по щитку домика, и это позволяет личинке цепляться за грунт и удерживаться на месте. В аквариумах кислородный режим не подходит для содержания подобных личинок. Не подходят и ручьевые, речные личинки, живущие на струе свежей воды.

Рис. 39. Личинка ручейника

Но личинки ручейников освоили и мелководные заросли озер, пруды, лужи и даже мелкие канавы, вода в которых бедна кислородом. Переносные домики таких личинок — трубочки, слепленные из кусочков тростника, мха, листьев, построенные из поперечно закрепленных маленьких обломков стеблей, из палочек, расположенных у одних видов вдоль конструкции, а у других в поперечном направлении, и даже из раковин моллюсков — у одних видов из катушек, у других — из шаровок (рис. 39). Это разнообразие домиков вполне достаточно, чтобы показать разнотипность формирования видовых признаков — каждый вид

строит строго определенный переносный домик с характерным принципом постройки и выбором строительного материала.

Именно эти личинки (определение их видов не входит в задачи данного пособия) и пригодны для содержания в школьном аквариуме. В водоеме с достаточным количеством водных растений и аэрацией воды или небольшим количеством личинок при большом объеме воды ручейники успешно содержатся год и более. Обычно их не приходится специально кормить, они находят еду среди детрита, растений, повреждают и сами растения. Можно давать немного скобленого мяса (у разных видов разная потребность в животном белке). Содержать совместно с ними можно личинок стрекоз (люток и донные формы), паука-серебрянку, жука-водолюба, мелких рыб.

Извлекать личинку из домика очень трудно. Для этого в заднее отверстие домика осторожно вводят соломину, проволоку, подталкивают личинку. Личинка все более высовывается из домика и, наконец, выходит из него.

Цилиндрическое тело личинки состоит из головы, груди и брюшка. Голова и грудь бурые, покрыты твердым хитиновым покровом и высовываются из домика; нежное брюшко белое, иногда желтое, розовое, чехол-домик защищает его. Можно сравнить это соотношение защищенных и незащищенных частей тела у личинки ручейника и рака-отшельника.

Пока личинка не спряталась в домик, следует рассмотреть три детали ее брюшной части. На первом членике по бокам и сверху имеются сосочки. На десятом членике по сторонам имеются ложные ножки с крючками на концах — этими крючками личинка и держится в домике, когда ее пытаются вытолкнуть. На втором — восьмом члениках видны нити — это трахейные жабры. По бокам видны волоски так называемой «боковой линии».

Теперь можно позволить личинке вновь забраться в домик — большинство из них это делают быстро и весьма охотно — и подождать, пока она успокоится. Вода в раздаточных ванночках, в которых удобно рассматривать личинок, быстро прогревается и теряет кислород, поэтому успокоившаяся личинка вскоре цепляется за дно или какой-либо предмет и начинает волнообразно покачивать брюшком внутри домика. Действия личинки следует рассматривать на свет, тогда видно, что происходит в домике.

Личинка упирается сосочками первого сегмента брюшка в стенки домика, диаметр трубочки которого больше, чем диаметр брюшка. И начинает волнообразно колебать брюшко, закрепленное лишь в двух местах: на сосочках и на крючках. Колеблются и нити трахейных жабр. Волоски «боковой линии»

усиливают ток воды. Вода входит между сосочками в переднее отверстие домика и выходит через заднее. Таким образом, и личинки ручейников из стоячей воды живут по существу в водном потоке, движение воды улучшает дыхание личинок. Вот почему s аквариуме с личинками ручейника желательно постоянно аэрировать воду. Если отобрать у личинки домик, можно наблюдать волнообразные колебания брюшка.

В лабораториях наблюдали за строительством личинкой домика. У здоровой крупной личинки осторожно острыми ножницами выстригали кусочек переднего края домика. Так как домик наращивается соответственно росту личинки, она быстро обнаруживала неудобство от нарушения конструкции чехла. Это вызывало беспокойное ползание ее по дну. Личинка находила подходящий материал (песчинка, камушек), прикладывала к поврежденному домику и отбрасывала, если он не годился. Листья или веточки подгрызала и снова примеряла. Если материал подходил, личинка проводила по куску специальным язычком нижней губы, при этом клейкая нить приклеивалась к строительному материалу. Кусочек с клейким секретом приставлялся на подобранное для него место, и личинка быстро двигала головой, замазывая изнутри заплаты зигзагообразно располагающейся нитью. Таким образом личинка покрывает внутреннюю поверхность нового участка мягкой паутинной подстилкой. Ею изнутри окутан весь чехлик. Надо отметить, что нити придают чехлику большую прочность, разорвать пустой чехол руками не очень просто.

Существует рекомендация заставить личинок строить домики из того материала, который предлагает экспериментатор, в том числе из бисера, цветной бумаги, станиоля, яичной скорлупы. На практике осуществить такой опыт не так просто. Изгнанная из чехлика личинка действительно стремится укрыться как можно скорее, прежде всего опять в свой домик. Лишенная домика, она беспокойно бегает по дну, прячется среди растений и не спешит браться за строительство. В наших условиях личинки оставались без переносного жилища по нескольку дней, потом гибли. Иные брались и за строительство, но дело это шло не столь гладко. Во-первых, личинки с домиками из камышовых и растительных чехликов не способны строить их из бисера и яичной скорлупы, так как генетически запрограммированы совсем на другой строительный материал. Во-вторых, домик делается постепенно, в течение ряда месяцев жизни личинки, подновляется и наращивается, но не строится заново: практически извлечение личинки из чехлика в природе означает ее гибель, а живой она покидает свой домик лишь в исключительных случаях. В

генетическом коде отсутствует программа возобновления домика в первоначальном варианте, тем более из неестественных материалов. Новый домик чаще всего плохой формы и слабо защищает личинку. По-видимому, строятся два домика — сначала временный, потом постоянный, аккуратный. Поэтому рациональнее наблюдать не за постройкой чехлика заново, а за починкой его.

Достигнув зрелости (у разных видов от года до трех лет) личинка готовится к окукливанию. Она находит удачное разветвление стеблей и прикрепляет домик неподвижно, потом заделывает передний край сеточкой, чтобы сохранить ток воды. Куколка у ручейника похожа на взрослое насекомое, ее конечности свободны, есть три элемента, отсутствующие у взрослой формы: развитый рот со жвалами (взрослому ручейнику он не нужен), нитевидные трахейные жабры на брюшке, плавательные волоски на ногах. Разглядывая чехлики с куколками на просвет, можно заметить, что брюшко куколки все время волнообразно колеблется, создавая вокруг жабр ток воды. Куколка может и прочищать входное и выходное отверстия, если они засорились.

После сложных преобразований куколка покидает домик, где в личиночной стадии провела много месяцев. Она прогрызает вход-сеточку жвалами (на этом их функции в онтогенезе особи завершаются) и выбирается наружу. Наблюдения над куколкой в живом уголке представляют большой интерес: нечто вроде бабочки со сложенными на спинке крыльями плавает под водой. Иногда несколько дней плавает, у некоторых видов даже месяц. Потом куколка по стеблям, в углах аквариумов выбирается из воды и надолго застывает. Со временем на спинной стороне головы и груди лопается покров и из него выходит взрослая форма насекомого. Иногда куколка по неясным причинам гибнет. У некоторых видов ручейника куколка всплывает, как личинка поденки, к поверхности, и ручейник выходит на плаву.

Водные членистоногие при длительном наблюдении за ними предстают перед школьниками необыкновенным, удивительным миром, исследование которого повышает интерес учащихся к природе и желание углубленно изучать биологию.

Рыбы

Декоративные рыбы — обычные животные в аквариумах любителей природы. В школьном аквариуме рыбы встречаются в том случае, если школа расположена в городе и приобретает рыб в зоомагазине или у аквариумистов-любителей. В других школах приходится ограничиваться местными видами рыб или обходиться без рыб, заселяя аквариум только беспозвоночными животными.

Аквариум, в котором предполагается разместить любых рыб, должен прежде всего удовлетворять тем шести условиям, которые были изложены в начале книги. Но ухаживать за аквариумом для рыб значительно сложнее, чем за аквариумом для беспозвоночных. В аквариуме для рыб особенно важно уравновесить динамику абиотических и биотических условий.

На дно аквариума укладывают промытый речной песок. Если размер крупинок 1 мм и менее, песок быстро спрессовывается, корни растений, высаженных в грунт, подгнивают, в грунте со временем накапливаются гниющие органические остатки, возникает избыток органических кислот, скапливаются газы (например, метан). И те и другие влияют на свойства воды, вызывают ухудшение кислородного режима в воде, изменяют качество воды (например, активной реакции воды, окислительно-восстановительного ее потенциала). Крупный гравий размером с зерно фасоли лежит неплотно, корни растений омываются водой, но среди зерен гравия проваливаются остатки корма, обломки листьев и стеблей, они также загнивают и вызывают ухудшение условий существования рыб. Отсюда два вывода: в качестве грунта желателен песок с зернистостью от величины пшенной крупы до гороха; еженедельно необходимо убирать с поверхности грунта остатки кормов, гниющие, побуревшие части растений — таким путем можно замедлить процесс заиливания, старения грунта в аквариуме.

В процессе развития модели экосистемы изменениям подвергается и состав растворенных в воде газов, насыщенность ими воды. В новый аквариум заливают обычно водопроводную воду, она находится в трубах под давлением, перенасыщена газами. Помещать в такую воду растения и рыб нельзя. Надо, чтобы вода несколько дней отстоялась. Обычно новый сосуд заполняют на 1/3 водой комнатной температуры (можно смешивать воду из-под крана с водопроводной водой, подогретой до 60 °С), затем засыпают чисто промытый песок (такой способ позволит избежать разницы в температуре песка и воды, что

может повлечь трескание стекол аквариума) и доливают воду до уровня на 5 см ниже верхней кромки стенок водоема.

Высаживать растения можно через 2–3 суток, когда избыток газов исчезнет; запускать рыб — через неделю. Свежая вода содержит много кислорода, углекислого газа в ней мало. В результате жизнедеятельности растений и рыб соотношение растворенных в воде газов изменяется. Живые организмы насыщают воду углекислотой. Растения достаточно освещены днем, в процессе фотосинтеза усваивают углекислый газ и выделяют кислород. Осенью и зимой нужна комбинированная подсветка аквариума с помощью электроламп; интенсивность последней возрастает в зависимости от естественной освещенности аквариума. Избыток растений нежелателен: ночью они насыщают воду углекислым газом, затрудняя дыхание рыб, днем могут быстро усвоить весь этот газ, а продолжение процесса фотосинтеза путем извлечения углекислого газа из его соединений (например, бикарбонатов) доступно не всем гигрофитам, и голодающие растения начинают погибать, разлагаться при внешне благоприятных, как кажется, условиях, вследствие этого содержание кислорода в воде снижается, что плохо для рыб. Небольшое количество растений мало насыщает воду кислородом, что также плохо для рыб.

В аквариуме постоянно меняются и другие свойства воды — активная реакция, окислительно-восстановительный потенциал, состав солей и т. д. В природных экосистемах текущей и стоячей воды ее слои все время перемешиваются, волнение поверхности способствует насыщению воды кислородом, приток новых вод из рек, ручьев и через осадки изменяет свойства воды. В модели этих условий нет, вода стареет. С одной стороны, старая вода предотвращает многие заболевания рыб, с другой, для нее характерно тормозящее влияние на все жизненные процессы, у тех же рыб и растений. Выход — в регулярной замене 1/5 объема воды не реже одного раза в два месяца. В естественной, развивающейся экосистеме статическое равновесие относительно, но обязательно. В аквариуме необходимо наладить динамику модели экосистемы таким образом, чтобы установить некоторый баланс — гомеостат — способность системы самостоятельно восстанавливать равновесную взаимозависимость всех абиотических и биотических компонентов. Эту способность к гомеостату модель живой системы в аквариуме сохраняет, если вмешательство человека в ее функционирование не превышает определенные пределы. Так, замена 1/5 объема воды нарушает уравновешенность системы, но она быстро восстанавливается в аквариуме. Замена 1/3 или 1/2 количества воды — катастрофа,

вызывающая гибель многих обитателей аквариума. Рыб необходимо кормить таким количеством корма, чтобы все было съедено за 20–30 мин. При избытке корма он быстро разлагается, гниет, это ухудшает среду обитания, вызывает и гибель рыб.

Значительно упрощают уход за аквариумом различные приспособления, прежде всего приборы, обеспечивающие перемешивание воды — аэроторы и инжекторные насосы. Первые подают от электрокомпрессора по системе трубок в воду комнатный воздух. Воздух может быть пропущен через распылители в воду (он выходит потоком мелких пузырьков) или направляется в фильтры с эрлифтными трубками (крупные пузырьки воздуха идут по трубке чередой, увлекая в промежутках воду, которая поступает для очистки в специальные аквариумные фильтровальные устройства). Инжекторные насосы перекачивают через фильтры воду, которая, поступая обратно в аквариум под некоторым напором, увлекает пузырьки воздуха. Движение воды, обеспечиваемое этими приборами, не только улучшает режим дыхания рыб, но и больше приближает условия существования к естественным, способствует устойчивости жизни в аквариуме, продлевает жизнь его обитателей.

Родители и школьники, имеющие навыки ухода за декоративными рыбками дома, пособия для аквариумистов, помогут в организации аквариумов для рыб. Ограничимся тремя советами по созданию аквариума.

1. Местных рыб из близлежащих водоемов труднее содержать в аквариумах, чем рыб декоративных, так как среда аквариума напоминает небольшие, сильно прогретые водоемы тропиков и резко отличается от условий жизни в водоемах средней широты. И если декоративные рыбы легко выносят переселение из одного аквариума в другой, адаптация рыб из естественных водоемов к искусственной среде проходит труднее и рыбы часто погибают. Поэтому заранее создают соответствующие условия в аквариуме и только затем в устоявшуюся среду переносят рыб.

2. Чем мельче рыбы относительно объема аквариума, тем легче их содержать. Крупным рыбам нужен большой объем воды, воссоздать для них типичный для природного водоема простор невозможно, достигнуть гомеостатического равновесия между организмом и окружающей его средой практически удается редко. Длительность жизни крупных рыб в аквариумах зависит от их природной адаптивной способности и степени совпадения природных и аквариумных условий. Так, тропические рыбы приспосабливаются лучше, из отечественных рыб более нетребовательны караси. Однако, в отличие, допустим, от акклиматизированных в аквариумах тропических цихлид и

барбусов длиной 10–15 см, такого же размера караси в аквариуме живут недолго. Поэтому заселять в аквариум рыб из местных водоемов можно только в исключительных случаях, они сравнительно быстро погибают. Любое вмешательство в жизнь модели (смена воды, появление новых рыб и растений, чистка дна с добавлением воды и т. д.) легче и безболезненнее протекает в крупном (100 л вместимостью и выше) аквариуме. Такие модели экосистемы живут значительно дольше, старение протекает медленнее, коренную переделку аквариума можно проводить через несколько лет. Рыбам в таком аквариуме намного лучше и поведение их более естественно.

При организации аквариума для рыб учитель должен тщательно выбрать размеры, продумать возможность технического оснащения (в первую очередь плафонами электроосвещения и аэраторами), целевое назначение и места установки аквариумов.

По назначению аквариумы для рыб подразделяются на декоративные, демонстрационные и лабораторные. Первые устанавливаются в рекреациях, кабинетах, учительской, актовом зале и служат для украшения, оживления интерьера. Обычно это крупные аквариумы, красиво оформленные снаружи и внутри, заселенные декоративными рыбками и освещенные электролампами. Демонстрационные аквариумы средних размеров вместимостью 20–80 л устанавливают в кабинете биологии. Лабораторные аквариумы разных размеров — для содержания взрослых рыб, их разведения (нерестовые водоемы) и выращивания молоди — помещают в уголке живой природы. Они служат для длительных наблюдений над рыбами.

При подготовке аквариумов следует помнить, что тропические декоративные рыбы, различные варьететы золотой рыбки (комета, вуалехвост, телескоп) и рыбы из местных водоемов должны размещаться отдельно — эти три группы требуют разных условий содержания.

Местные рыбы. Как уже было сказано, большинство рыб, выловленных из местных водоемов, в аквариумных условиях не живут долго и почти не растут, чаще болеют. Мы считаем, что содержание таких рыб допустимо лишь в крайних случаях, когда нет возможности заселить школьные водоемы декоративными рыбками. Кроме того, многие рыбы из местных водоемов разносят заразные заболевания. В аквариумах эти болезни быстро распространяются, поэтому рыб местных видов строго изолируют и используют для ухода за ними оборудование, специально для этого приспособленное.

Окунь — хищник открытой воды, преследующий добычу.

Нуждается в большом количестве кислорода, обязательна аэрация или частая смена воды. В одном углу аквариума устраивают негустую заросль растений. В аквариуме живут небольшие окуньки длиной 5–6 см; тело их более вытянуто, чем у взрослых, окраска не яркая, маскировочная. Окуни любят яркое освещение, но страдают от перегрева воды.

Щиповка — прекрасный обитатель аквариума, ее длина не более 10 см. Щиповки могут жить и в очень небольших емкостях. После длительной карантинной выдержки в отдельном аквариуме щиповок можно перевести в водоем к декоративным тропическим рыбам. Обычно щиповки сидят в грунте, выставив голову, и выскакивают из своего убежища за кормом. Плавают мало и неохотно, больше «бегают» по дну. На жаберных крышках имеют шипы, которыми могут ощутимо уколоть (отсюда название).

Вьюн — пример типично донной рыбы. Вокруг у рта 10 усиков, ощупывающих съедобные частицы и личинок среди детрита. Тело вытянутое, окраска коричневатая, как фон грунта водоемов, где водятся вьюны, плавает плохо, извивается (откуда и название). Вьюны хорошо и подолгу живут в аквариумах. Эти рыбы к кислороду в воде нетребовательны, могут усваивать атмосферный: воздух, заглатываемый с поверхности. Охотно едят живые корма, земляных червей, кусочки мяса, подбирая их со дна. Любят рыться в грунте. После смены воды начинают оживленно носиться по аквариуму.

К донным рыбам относятся голец, пескарь, различные бычки. Они тоже могут жить в аквариумах долгое время, хотя среди бычков есть виды с очень высокой потребностью в кислороде, не переносящие прогрев выше 15 °С. Охотясь на донных обитателей, пескарь сохранил хорошую плавучесть. Но плавает медленно, возле дна, часто опускается на дно, лежит без движения.

Линь — рыба стоячих вод, плавает медленно и, как тихоход, имеет соответствующее строение тела. Темно-бронзовое с зеленоватым оттенком, оно густо покрыто слизью. Последняя предохраняет тело от царапин, защищает от многих паразитов. В аквариуме часто роется в грунте, поэтому растения следует прижимать камнями. Предпочитает держаться среди растений, есть все съедобное, корм подбирает со дна. Уживается почти со всеми рыбами независимо от их размеров.

Карась — обычный обитатель небольших водоемов со стоячей водой. В наших водоемах встречаются два вида — золотой и серебряный. Настоящий золоток карась очень красив, его дисковидное плотное тело бронзово-золотистой окраски. Серебряный карась с более вытянутым телом, имеет буро-серую окраску. Мелкие караси адаптируются к аквариумным условиям,

но почти не растут по неизвестным пока причинам, живут долгие месяцы. В некоторых лабораториях удалось довести этих рыб до нереста. Неприхотливость карасей позволяет длительное время содержать их в школьных аквариумах.

Учащимся, изучающим общую биологию, следует рассказать, что в ряде водоемов встречаются бессамцовые популяции серебряного карася. Оплодотворение происходит спермой золотого карася, линя, сазана. При этом сперма рыб других видов и родов стимулирует развитие яйцеклеток серебряного карася, но гибридизации не происходит, слияния мужской и женской половых клеток тоже нет.

Поскольку у-хромосому несут только мужские яйцеклетки, в потомстве серебряного карася возникают только носители х-хромосом, т. е. самки, и в следующих поколениях тоже при таком размножении — гиногенезе — возникают только самки. Среди аквариумных рыбок такие же бессамцовые популяции известны у одного вида моллиенезии (пецилии). Восточная разновидность серебряного карася при селекции в искусственных водоемах дала различные по форме тела и окраске так называемые варьететы золотой рыбки (золотая рыбка, комета, вуалехвост, телескоп, небесное око, львиная головка и т. д.). Содержание в школьном аквариуме нескольких варьететов золотой рыбки позволяет проиллюстрировать результаты селекции, направленного отбора, изменчивости организмов. В отличие от карасей, выловленных в природных водоемах, золотые рыбки хорошо живут, развиваются и размножаются в аквариумах. Соединять их с карасями не рекомендуется, так как последние могут быть носителями заразных заболеваний, которые легко передаются декоративным рыбам. Условия содержания тех и других идентичны: не густо засаженный растениями аквариум, еженедельная смена 1/5 или даже 1/3 воды. Всеядны. Вуалехвостов, телескопов, и других золотых рыбок с выступающими глазами, шарами и т. д. рекомендуется содержать без растений, о которые они могут поранить глаза, плавники и т. д.

Тропические декоративные рыбы. К этой группе небольших рыб из тепловодных водоемов приэкваториальных широт принадлежат многочисленные виды, когда-то завезенные в любительские аквариумы и ныне успешно разводимые в них. Эти рыбы удобны в школьном аквариуме не только потому, что позволяют проследить процесс нереста и рождения нового поколения, но и потому, что сравнительно легко адаптируются в условиях школьных водоемов, требуют сравнительно меньше усилий по содержанию в сравнении с упомянутыми выше видами, позволяют проследить развитие на всех стадиях онтогенеза,

органично входят как живой, развивающийся компонент в модель экосистемы в аквариуме.

Учителю прежде всего необходимо отобрать те виды аквариумных декоративных рыб, которые нужны для учебно-методических целей. К желательному в школьном аквариуме набору видов относятся следующие: живородящие — гуппи, меченосцы и пецилии; лабиринтовые — бойцовые рыбки, макроподы, трихогастры; карповые — данио и барбусы; цихловые — скалярия, цихлазома; харациновые — неоновые рыбки, другие мелкие рыбки близких родов хемиграммус, хифессобрикон; донные рыбы — коридорасы, лорикарии.

Систематическое положение, описание и правила содержания этих рыб учитель может найти в различных пособиях по аквариуму. Возможна замена рекомендуемых видов и родов близкими представителями, входящими в аналогичные экологические группы.

Использование рыб в учебном процессе. Аквариумные рыбы могут быть использованы на уроках зоологии (особенности внешнего строения), анатомии, физиологии и гигиены человека, (проявление условных рефлексов) и общей биологии. Адаптивные свойства рыб изучают в теме «Класс рыбы» в VII классе, в частности на уроке «Внешнее строение рыбы». Раздаточные аквариумы устанавливают на каждом ученическом столе, в каждом находится одна рыба. Демонстрационные аквариумы помещают на столе учителя или на стеллажах у боковой стены кабинета.

Затем рассматривается окраска рыб. Учащиеся должны сначала усвоить главный принцип окраски: спинка окрашена почти у всех рыб более интенсивно, чем брюшко. При этом учащиеся вспоминают причину такого распределения пигментации клопа-гладыша, который, плавая на спине, имеет обратную интенсивность окраски. Далее, на примере отдельных видов аквариумных рыб, представленных в демонстрационном аквариуме (цихлиды, сомики, пескарь), учитель обращает внимание учащихся на пестроту рисунков по бокам их тела. Эти рисунки как бы расчленяют в глазах хищника форму рыбы, не позволяя увидеть жертву в целом и определить, в каком направлении расположена голова. Глаз рыбы часто скрыт вертикальной темной полосой. Такие примеры расширяют знания учащихся и развивают представление о защитных приспособлениях организмов, более подробно рассматриваемых в курсе общей биологии.

Изучение роли плавников рыб возможно только во внеклассной работе, но использование данных этих наблюдений

на соответствующих уроках в VII и IX классах, бесспорно, вызовет интерес учащихся. При этом необходимо помнить, что перегружать уроки фактическим материалом нельзя. Продолжительность сообщений учащихся должна быть не более 2–3 мин. Учащиеся узнают, что спинной плавник способствует прямолинейной устойчивости рыбы при движении. Но в аквариуме по положению спинного плавника часто определяют состояние некоторых рыб: если он поднят и расправлен, рыба чувствует себя нормально; если все время сжат и опущен, — состояние рыбы плохое. При этом надо учесть, что приповерхностные рыбы (многие живородящие) могут опускать плавник, чтобы он не выходил за пределы воды. У приповерхностных рыб спинной плавник сдвинут назад, за пределы передней части спины, плотно прилегающей снизу к поверхностной пленке воды при охоте за летающими насекомыми.

Хвостовой плавник у рыб выполняет много функций. У большинства быстро плавающих он отвечает за движение (данио, барбусы и др.). У ряда рыб хвостовой плавник (часто совместно с удлиненными и сдвинутыми к хвостовому стеблю спинным и анальным) обеспечивает мощный бросок при охоте (щука), иногда и прыжок из воды за пролетающим комаром. Специфическое назначение анального плавника следует рассмотреть у живородящих: у самцов гуппи и меченосцев его лучи свернуты в трубочку, образуя особый орган — гоноподий — для внутреннего оплодотворения самки.

Брюшные плавники у рыб парные. Наиболее интересны брюшные плавники у бычков — они срослись и образовали присоску, позволяющую рыбкам закрепляться на субстрате. Такое приспособление важно для рыб, живущих на быстром течении. Любопытно преобразование брюшных плавников в длинные осязающие нити у трихогастров (гурами). Они свободно двигают этими нитями, осязают предметы и других рыб, при ухаживании трихогастры поглаживают друг друга этими нитями. У скалярий плавники-нити обеспечивают равновесие сплющенного с боков тела. Специализацию парных грудных плавников хорошо рассмотреть у ряда рыб в аквариуме. У донных рыб (коридорасы, лорикарии и т. п.) грудные плавники малоподвижны, расставлены в стороны, подвижна их мягкая задняя кромка. Это рули глубины. Но эти же плавники позволяют рыбам опираться на грунт, иногда служат передвижению по грунту. У некоторых сомов первые лучи этих и спинного плавников утолщены, имеют бороздку — канал и особое замыкающее устройство. По каналу проходит ядовитый секрет; попадая в ранку, он вызывает жжение и боль. Уколы

этими лучами у ряда тропических сомов очень болезненны и для человека. Замыкающее устройство при основании этих лучей срабатывает автоматически, когда рыбу схватит хищник. В этом случае все три острых ядовитых луча становятся перпендикулярно к телу рыбы (в разрезе они напоминают равномерно удаленные лопасти трехлопастного пропеллера). Когда возбуждение проходит, замыкающие мускулы расслабляются и лучи вновь становятся подвижными. Хищники часто не могут проглотить сома из-за его растопыренных острых лучей. Иногда находят птиц, погибших от того, что замыкающее устройство сработало уже у них в горле (сом при этом тоже погибает). Это пример относительности приспособления. Горизонтально расположенные грудные плавники быстро плавающих или живущих в быстрой воде рыб, например данио, можно считать рулями глубины. А вот у близких родственников данио — барбусов — грудные плавники уже более подвижны, свободно меняют положение от горизонтального и неподвижного при быстром плавании до вертикально-загребающего при медленном. Барбусы живут среди стеблей тростника, прибрежных зарослей. Здесь нужно лавировать, останавливаться, даже пятиться. Грудные плавники работают, как весла; их движения обеспечивают неподвижность рыбы или резкое торможение на быстром ходу. У цихлид грудные плавники действуют при медленном плавании, а при быстром (работает хвостовой плавник) прижимаются к телу. У рыб, живущих в зарослях приповерхностных вод, (например, макропод), в основном работают грудные плавники.

На уроке «Внешнее строение рыбы» можно рассмотреть строение рта рыб разных экологических групп. К уроку «Внутреннее строение рыбы» полезно подготовить сообщение, основанное на наблюдениях за дыханием рыб. При изучении вопроса о размножении и развитии интересны сообщения учащихся о нересте аквариумных рыб и развитии мальков. Результаты опытов по образованию условных рефлексов у рыб на внеклассных занятиях используются на уроках в VII (тема «Класс рыбы») и VIII классах (тема «Высшая нервная деятельность»). В курсе зоологии учащиеся впервые встречаются с понятием «условный рефлекс». В аквариуме рыбы легко образуют условные рефлексы, например на красный свет, освещение которым сочетается с кормлением.

Глава III. Аквариум Во внеклассной работе

Одно из самых важных достоинств внеклассной работы, связанной с устройством и содержанием аквариума и проведением наблюдений и опытов над его обитателями, — непосредственное общение с живой системой организмов, имитирующей до некоторой степени природную экосистему. Наблюдения за животными и растениями дают глубокие, прочные и осмысленные знания по биологии, если их сочетать с постоянными и многократными экскурсиями в природу.

Экскурсии в природу

Оборудование для всех школьных гидробиологических экскурсий в основном одинаково: сачок на палке длиной 1–1,5 м с кольцом диаметром 20–30 см из стальной проволоки, на которое прикрепляется мешочек из прочной и водопроницаемой материи, сачок диаметром 8 — 10 см для отлова дафний, циклопов, банки емкостью 0,5–1 л с крышками и ручками из бечевки или бинта, эмалированные бидоны для воды из природных водоемов, лупы, пинцеты, акварельные кисточки[9] и белые блюдца или белые эмалированные кюветы для рассматривания собранных организмов, блокноты, авторучки или карандаши, миллиметровая бумага для измерений.

Основные требования к проведению экскурсий — четкая постановка цели экскурсии и использование таких методических приемов, которые обеспечивают дисциплинированность и организованность учащихся, их познавательную активность, слаженность в работе, бережное отношение к объектам природы.

Рассмотрим в качестве примера методику проведения экскурсии по теме «Водные членистоногие». Обычно эту экскурсию проводят в начале учебного года с семиклассниками. Основная цель экскурсии — ознакомление учащихся с биологическими особенностями водных членистоногих в связи с их приспособленностью к жизни в воде Обычно в начале учебного года обновляется состав юннатского кружка и не все новые члены знакомы с этой группой животных, которая широко представлена в аквариумном уголке школы. Кроме того, после летних каникул возникает необходимость переоборудования аквариумного уголка. И прежде чем заселять его водными членистоногими, следует провести одну или несколько экскурсий, связанных с изучением водных членистоногих в их естественной среде обитания. Наблюдения учащихся на этой экскурсии и выводы, сделанные на их основе, помогут создать необходимые условия жизни водным членистоногим в искусственном водоеме — аквариуме. Перед экскурсией учитель проводит с учащимися беседу о целях экскурсии, напоминает о правилах поведения в общественных местах и в природе, назначает себе помощников — бригадиров, если учащихся много и их приходится разделить на бригады по 5–7 человек, и ассистентов из числа наиболее подготовленных к экскурсии юннатов. Заранее между учащимися распределяется оборудование и, если есть, определители водных животных. Организованности и четкости в работе на экскурсии, а также активизации познавательной деятельности учащихся

способствуют задания, составленные учителем в соответствии с целями экскурсии. Эти задания лучше заранее отпечатать, наклеить на картон и покрыть полиэтиленом для большей их сохранности. Они должны быть конкретными и рассчитанными на первое знакомство учащихся с изучаемыми объектами.

Задания для наблюдения за личинкой ручейника.

1. Внимательно рассмотреть весь материал, взятый сачком. Присутствуют ли в нем личинки ручейника? Какие растения и животные, кроме них, вы обнаружили? Остатки каких организмов находятся в иле?

2. Рассмотрите чехлик личинки ручейника. Из какого материала он построен? Сопоставьте материал чехлика с субстанциями среды. Какой вывод можно сделать?

3. Рассмотрите часть тела личинки, которую она выставляет из чехлика. Обратите внимание на панцирь передней части груди. Подумайте, какое значение он имеет.

4. Вытолкните личинку из чехлика. Для этого осторожно и мягко вводите тонкую палочку в заднее отверстие чехлика. Рассмотрите часть тела, защищенную чехликом. Какой вывод можно сделать о значения чехлика?

5. На основе наблюдений составьте предложения по созданию необходимых условии жизни для личинки ручейника в аквариуме.

Конечно, в результате одноразовых наблюдений невозможно составить полный перечень особенностей среды, но все-таки на основе наблюдений учащиеся могут предположить, что личинки ручейников — мирные животные (никаких средств нападения у них нет) и нельзя их поселять с хищными, что, по всей вероятности, они растительноядны и что на случай достройки чехлика в аквариуме нужно снабдить личинок соответствующим строительным материалом.

Если предполагается экскурсия с большим числом учащихся и учитель не рассчитывает на то, что сумеет всем дать детальные разъяснения, к заданиям могут быть приложены краткие справки об особенностях того или иного объекта.

Задания для наблюдения за водяным скорпионом.

Справка. Водяной скорпион обитает преимущественно в водоемах со стоячей водой. Это очень медлительное животное. В процессе эволюции у водяного скорпиона выработались приспособления, связанные с малоподвижным образом жизни: коготки на 2-й и 3-й паре конечностей позволяют ему крепко цепляться за растения; саблевидный хватательный аппарат (видоизмененные передние конечности) молниеносно выбрасывается вперед; дышит атмосферным воздухом, выставляя

при этом над поверхностью воды дыхательную трубку, расположенную на конце тела.

Пища — мелкие обитатели водоема. При помощи хоботка, как и все клопы, высасывает свою жертву. При наблюдении будьте осторожны — хоботок может проколоть человеческую кожу и нанести болезненный укол.

Задания.

1. Внимательно рассмотреть то место, где был найден водяной скорпион. Какая здесь глубина? Какие растения? Есть ли опавшие в воду листья? Какие они по форме?

2. Рассмотрите окраску и форму тела водяного скорпиона. Подумайте, какое значение они для него имеют.

3. Рассмотрите через лупу орудия нападения скорпиона — передние конечности и хоботок.

4. Рассмотрите дыхательную трубку, измерьте ее длину.

5. На основе наблюдений составьте предложения по созданию необходимых условий жизни для водяного скорпиона в аквариуме.

Желательно, чтобы учащиеся самостоятельно определили, что содержать водяных скорпионов нужно в невысоком аквариуме, засаженном растениями, стебли которых могут выдержать этих животных. Растения должны доходить до поверхности воды.

В аквариуме со скорпионами нужны мелкие животные в качестве объектов питания.

Задания раздают учащимся или заранее, или по прибытии на место, где проводится экскурсия. Вначале вся группа осматривает водоем, уточняет его характер (озеро, пруд, река), размеры, особенности берегов. Поверхность водоема осматривают, выясняют состав животных на ней. Учитель поясняет, что различные виды водных членистоногих приспособлены к жизни в различных слоях толщи воды. Учитель или ассистенты показывают, как пользоваться сачком: ребром сачка скользят по подводным зарослям, после чего сачок резко поднимают вверх и выносят на берег. Материал отлова сначала рассматривают в сачке, потом в банках с водой. Таких животных, как водяной ослик, личинки стрекоз, рассматривают на блюдце или в кювете. Всех животных, случайно попавших в сачок и не запланированных для комнатного аквариума (рыб, моллюсков), возвращают в водоем. После наблюдений выпускают и водных членистоногих, если они не нужны в аквариуме. Наблюдают животных в банке, куда пускают по одному представителю каждого вида животных. Учащимся необходимо напомнить об охране животных. Ловить животных следует не более 30 мин, иначе некоторые школьники

начинают отвлекаться от работы и азартно охотятся за водными обитателями. Во время выполнения заданий учитель поочередно консультирует учащихся, помогает, старается держать в поле зрения каждого. После выполнения заданий учитель собирает учащихся, подводит краткие итоги экскурсии. Более подробно разговор о наблюдениях продолжается на заседании юннатского кружка.

После такой экскурсии можно создать аквариумы для заселения водными членистоногими. С экскурсии привозят необходимый материал — грунт, растения, воду — и самых неприхотливых обитателей, которые какое-то время живут в банке, например водяных осликов. За другими обитателями придется отправиться на экскурсию еще раз, когда в школе будет все готово для их приема.

Чем конкретнее по тематике экскурсия, тем легче организовать и провести ее и тем легче осуществить работу по использованию ее результатов. Большое количество объектов, многочисленность наблюдений могут привести к задержке разбора, обработки и использования каких-то объектов и к их гибели. Лучше «мало, но хорошо», т. е. количество наблюдений на одной экскурсии не должно быть большим. Важно осмыслить их, полнее использовать для последующей работы в аквариумном уголке, собрать немного объектов, но хорошо устроить их в аквариуме.

Предлагаем темы экскурсий: «Нитчатые водоросли», «Высшие споровые растения наших водоемов», «Цветковые водные растения», «Простейшие, гидры и планарии», «Моллюски», «Водные членистоногие». Подобные экскурсии по рыбам проводить не стоит в связи с ограниченным числом природных видов, которые можно содержать в аквариуме. Для аквариума используют случайно отловленных живых и здоровых мелких рыб, которых приносят школьники или их отцы-рыбаки. Полезно провести экскурсию в рыбоводное хозяйство (колхозный рыбопитомник, государственный рыборазводный завод).

Опыты и наблюдения

Опыты и наблюдения за обитателями аквариума проводят члены юннатского кружка. Некоторые наблюдения могут быть предназначены для всех учащихся во внеурочное время, например наблюдения за проявлением различных жизненных отправлений у простейших (питание, фототаксис, хемотаксис и т. д.). Для организации внеурочных наблюдений учащиеся разделяются на группы по 5–7 человек. Они в назначенное время поочередно приходят в утолок живой природы.

В школьной практике чаще работают с зоологическими объектами аквариума. И в связи с этим хочется обратить внимание учителей на то, что аквариумные растения не менее ценный материал для внеклассной работы. В результате могут быть получены выводы, имеющие существенное значение при изучении определенных вопросов курса биологии. В уголке живой природы можно поставить опыт по адаптации водяного мха к наземным условиям жизни. На основе этого опыта учащиеся приходят к выводу, что эти изменения сопровождаются уплотнением листьев, укорачиванием стебля, увеличивающейся механической плотностью растения. Сообщение об этом и использование соответствующих экземпляров мха на уроке в VI классе при изучении темы «Развитие растительного мира на Земле» поможет учащимся глубже осмыслить учебный материал. Знакомясь с результатами опыта, учащиеся с помощью учителя осмысливают адаптивные изменения водяного мха как своеобразную модель тех изменений, которые происходили в эволюции растительного мира при переходе от водного к наземному образу жизни.

Эти же выводы и соответствующий натуральный материал можно еще раз использовать при изучении ароморфозов в курсе общей биологии в IX классе на уроке «Главные направления органической эволюции», когда рассматривается вопрос о возникновении у водных растений приспособлений к жизни на суше.

Интересны опыты с другим споровым растением аквариума — цератоптерисом василистниковидным. Целью этих опытов является подтверждение того, что разные формы этого цератоптериса относятся к одному виду. Опыты проводят в нескольких вариантах с соблюдением одинаковых условий содержания различных форм цератоптериса (температура, освещение, степень жесткости воды и т. д.). Вариативность заключается только в различных способах расположения

растений. В одном аквариуме все три формы посажены в грунт и погружены в воду; в другом посажены в грунт, но содержатся в небольшом количестве воды, чтобы листья имели связь с воздушной средой; в третьем варианте папоротники не укореняются в грунте и плавают свободно. В результате растения каждого аквариума, если они действительно относятся к одному виду, представят собой прекрасный пример модификационной изменчивости, не связанной с изменением генотипа. Учащиеся на результатах опыта могут убедиться в том, что наследуется не признак организма, а способность его при взаимодействии с условиями развития давать определенный фенотип.

Данные этих опытов используют как конкретный и наглядный материал на уроках по темам курса общей биологии IX и X классов. Результаты наблюдений и опытов с цветковыми растениями также обогащают уроки биологии конкретным наглядным материалом и углубляют знания учащихся.

Обычно в аквариумных уголках чаще других проводят опыты по вегетативному размножению растений. Остановимся на более интересных из них, результаты которых с успехом можно использовать при изучении тем «Вегетативное размножение цветковых растений» (V класс), «Размножение и индивидуальное развитие организмов» и «Основы экологии» (X класс).

Одинаковые отрезки элодеи зубчатой (одинаковая длина и количество мутовок) помещают в различные условия (прохладная и теплая вода, слабое и сильное освещение, сочетание — прохладная вода при сильном и слабом освещении и теплая вода при этих же условиях). В ходе эксперимента учащиеся должны выяснить, какие факторы влияют на скорость роста растения. Можно также провести наблюдения за размножением отрезка и ростом молодых растений при оптимальных условиях в аквариуме и в дистиллированной воде, сравнить результаты (через месяц) и определить причины различного развития растений (отсутствие необходимых для питания растений солей во втором случае). В результате этих опытов учащиеся устанавливают, какие условия нужны растениям для успешной вегетации.

Простое, но очень показательное наблюдение за размножением рясок рекомендовал С. В. Герд. Суть наблюдения — в выявлении быстроты вегетативного размножения ряски. Всего одну пластинку ее помещают в стакан с водой, выставляют на светлое место и ежедневно наблюдают, как на краю пластинки образуются выступы, разрастающиеся в новые пластинки. Учет новых пластинок удобнее вести с помощью круга бумаги, вырезанного по диаметру стакана, и врисовывать в него вновь

появившиеся пластинки ряски, помечая их соответствующими номерами.

В результате этих наблюдений учащиеся убеждаются в том, что энергия вегетативного размножения у рясок огромна. Они при благоприятных условиях удваивают массу своего тела не более чем за 5 суток.

Интересны для учащихся наблюдения за вегетативным размножением валлиснерии, которое очень быстро осуществляется при содержании растения в благоприятных условиях.

В уголке живой природы можно поставить с валлиснерией различные опыты. Например, опыт по выяснению влияния света на скорость вегетативного размножения (используют 2–3 аквариума при различном освещении). Для опыта отбирают одинаковые по размерам и количеству листьев растения. Аналогично проводят опыт по выяснению влияния температурных условий на скорость вегетативного размножения. Лист гигрофилы, только что снятый с растения, мелко шинкуют острым ножом. Получившуюся кашицу помещают в банку с водой, а банку ставят под яркий электрический свет (можно подвесить банку около поверхности воды в освещенном лампами аквариуме). Через 2–3 месяца в банке появятся миниатюрные растения. Сначала от жилки, имеющейся на кусочке листа, появляется белый корешок, затем становится видна крохотная зеленая почка при основании корешка, из нее растет стебелек. Ученики регистрируют этапы развития растения, рисуют фазы развития растения. Хорошо иллюстрируют на уроках общей биологии приспособление организмов к среде, опыты и наблюдения за аквариумными растениями, например водокрасом и лимнобиумом с хорошей плавучестью листьев. У лимнобиума лист толще, чем у водокраса, так как имеет больше аэрокамер, заполненных воздухом. Они придают плавучесть растению. Лимнобиум достают из аквариума и помещают в сосуд с уровнем воды в 1–2 см и слоем песка в 1–2 см на дне. Освещение и температура должны быть в сосуде и аквариуме одинаковыми. Через 2 месяца сравнивают листья. С помощью лупы хорошо видны аэрокамеры. У растения, укоренившегося на мелководье, листья будут тоньше, аэрокамеры в таком положении исчезают.

Отдельные растения с развитой розеткой листьев помещают в банку вверх корнями, перевернутой розеткой к поверхности воды, т. е. имитируют такое положение, которое может занять растение в естественном водоеме при сильном ветре и волнах или при резких передвижениях животных. Банку закрывают стеклом, чтобы корни не высохли. В ходе наблюдения учащиеся

устанавливают, как удается растению перевернуться (изменяется ли направление роста листьев, изгибаются ли корни и т. д.).

Уровень воды в аквариуме, где растут лимнобиумы, постепенно снижают, а когда растения укореняются в грунте, воду понемногу убирают совсем, сохраняя высокую влажность. У лимнобиумов развивается мощная разветвленная корневая система, тонкие гибкие корешки превращаются в толстые, упругие; рыхлый, наполненный аэрокамерами лист заменяется на тонкий, плотный. Внимание учащихся нужно обратить на то, что листья «сухопутного» лимнобиума располагаются вертикально, что способствует уменьшению испарения. Воду в осушенных местах растение расходует экономно.

Аналогичный опыт ставят с гигрофилой, но предварительно учащиеся должны зафиксировать наблюдения за ростом гигрофил в обычных аквариумных условиях. Стебли гигрофил растут хорошо, а корневая система развивается слабо (корни приходится прижимать камешками).

Погруженные растения питаются всей поверхностью. Для опыта два пучка стеблей гигрофил помещают в 2 одинаково освещенных аквариума. Когда они начнут расти, в одном аквариуме резко снижают уровень воды до верхушки наивысшего стебля. Аквариум прикрывают стеклом для получения парникового эффекта.

В дальнейшем гигрофила начинает бурно развивать мощную корневую систему. Почему? Снижение уровня воды означает приближение так называемого сухого сезона в тропиках. В такой период вода спадает и гигрофилы переходят из водной среды в сухопутную среду на воздух. Так как это растение обитает во влажных тропических лесах, гигрофила нормально развивается в «парниковой», влажной атмосфере. При этом появление корневой системы обеспечивает устойчивость куста без воды, которая раньше поддерживала гибкие стебли. Кроме того, корни глубоко уходят во влажную почву и снабжают растение питательными веществами. Стебли, поднимаясь над водой, становятся более мощными, жесткими, прямостоящими и свободно несут листья. Листья становятся толще, плотнее, на их поверхности появляются устьица (у подводных листьев их нет). Устьица обильно испаряют воду, а вместе с этим процессом в стеблях начинается восходящий ток соков. Гигрофила может быть растением погруженным или растением на грани двух сред: стебли в воде, а их верхушки на воздухе, может расти и без воды во влажной тепличке.

Все эти опыты показывают, насколько совершенна система адаптации бывших сухопутных растений к водной среде, как

растения приспособлены к борьбе с возможными неожиданными изменениями среды (падение уровня рек в тропиках в сухой период года).

На примере пузырчатки и альдрованды можно рассмотреть приспособленность растений к питанию животными. Сначала наблюдают за охотой пузырчатки. Пузырчатку с пузырьками на стебле помещают в неглубокий сосуд (чашку Петри, блюдце) и осторожно заливают водой с мелкими рачками или коловратками. За процессом проникновения животного в ловчую камеру наблюдают через лупу. Далее с пузырчаткой можно провести интересный опыт. Выбирают две одинаковые банки и два примерно одинаковых экземпляра растений. Банки ставят рядом при одинаковом освещении. Одно растение помещают в обычную воду с мелкими животными (инфузории, коловратки, дафнии, циклопы); второе — в воду без животных, но с необходимым набором солей для питания растений. В ходе эксперимента второе растение обгоняет в развитии первое, а пузырьки редуцируются как ненужные, заменяются листьями.

В результате этого опыта учащиеся приходят к выводу, что пузырьки — это видоизмененные листья. Они приспособились дополнительно поглощать животный белок, содержащий необходимый для растения азот.

Головкой тончайшей металлической булавки дотроньтесь до чувствительных щетинок альдрованды. Клапан-ловушка должен захлопнуться и захватить головку. Альдрованда некоторое время плавает с булавкой, и можно за кончик булавки извлечь растение из воды, показав этим силу смыкания створок. Поскольку от булавки проку мало, соков не поступает и через некоторое время возбуждение щетинок падает, растение выбрасывает булавку на дно.

С крупными экземплярами возможен более сложный опыт: на тонкой нити или волосе предлагается маленький кусочек мяса. Определяется время, в течение которого лист удерживает добычу, а также полноценность усвоения ее. Опыт позволяет показать силу смыкания створок ловчей камеры: растение можно осторожно вытянуть за леску из воды (при разложении мяса ферментами через два-три дня узел соскользнет и волос выйдет из створок).

К уроку по теме «Основные климатические факторы и их влияние на организм» (общая биология, X класс) можно поставить опыт с гигрофилой. Для опыта нужно, чтобы аквариум освещался только электролампами и находился в темном помещении или зимой вдали от окна. Утром включают свет и фиксируют положение верхушечных листьев — они сложены,

стоят вертикально вверх концами. Ночью возможно охлаждение воды и растение тесно смыкает листья, чем защищает легко повреждаемую точку роста. Затем фиксируют положение листьев через час после включения света: листья раскрылись, растение поглощает свет. Через 8 — 10 ч свет выключают и через час фиксируют положение листьев: они снова сомкнулись, закрывая точку роста.

Второй опыт как более сложный выполняют в качестве домашнего задания один-два ученика, у которых дома есть аквариумы. Сначала свет включают, как и в предыдущем случае, утром. Фиксируют положение листьев в момент включения и через час. Затем вновь свет включают в середине дня в один из выходных дней или на каникулах. При этом листья у растения раскрываются. Почему? У растений вырабатывается определенный ежедневный ритм жизни: если свет включают утром, вскоре начинается световой период фотосинтеза — листья раскрываются. Задержка с включением освещения не влияет на растение — оно уже давно «ждет» его.

Включение освещения проводят как и в первом случае, через час фиксируют положение листьев. А теперь вариант с выключением: оставляют лампы гореть до позднего вечера. Оказывается, что растения «закрываются» именно в то время, когда они закрывались при обычном выключении освещения.

Бесспорно, что здесь тоже проявляется природная ритмика растения. Однако наблюдается и другое: световой период фотосинтеза на сегодня завершен, растению нужна темнота, оно более не воспринимает свет, не нуждается в нем. Как доказать, что при искусственном освещении начинается темновая фаза фотосинтеза? Надо предложить учащимся разыскать людей, которые держат аквариумы при искусственном освещении 12–16 ч. Если в таких аквариумах растут гигрофилы и кабомбы, легко наблюдать за поведением этих растений в вечернее время. Независимо от яркого света растения складывают листья через 10–12 ч светового периода фотосинтеза (колебания зависят от интенсивности источников света, а продолжительность этого периода примерно равна продолжительности тропического светового дня). За пределами этого «дня», как бы ярко ни горели лампы, растение уже не нуждается в свете (наступает темновая фаза фотосинтеза), оно смыкает листья и «засыпает».

Для выявления тропизмов у растений укорененный куст гигрофилы выдергивают из грунта так, чтобы не повредить корни, и закрепляют горизонтально недалеко от поверхности воды (можно пустить плавать). Через 2–5 дней все кончики корней резко загибаются вниз — геотропизм корней.

В темном помещении, где аквариумы освещены электролампами, к водоему с гигрофилой, не достигшей поверхности воды, приставляют лампу сбоку, ниже уровня воды, а сверху аквариум затемняют (можно затемнить и с боков, чтобы не попадал свет от других аквариумов). Через 5–6 недель учащиеся будут видеть растение с верхушками стеблей, повернутыми горизонтально в сторону лампы. Это проявление фототропизма, развороты растения точкой роста к источнику света.

С явлением вытягивания частей растения при недостатке света можно познакомиться, проводя опыт с кабомбой. Один стебель растения помещают в аквариум, освещенный электролампой мощностью 25 Вт, другой — одновременно в такой же аквариум, освещенный лампой накаливания мощностью 60 Вт. Через три месяца можно сравнить расстояния между мутовками растения: у вытянувшегося стебля они значительно больше.

На примере некоторых аквариумных растений можно показать учащимся роль растений в окружающей среде. Результаты соответствующих опытов и наблюдений используют как на уроках ботаники в V классе, так и в курсе общей биологии в X классе при изучении темы «Основы экологии».

Опыт с ряской рекомендовал Б. А. Федченко[10]. Надо взять две стеклянные банки и поместить в них некоторое количество мелких животных — дафний, циклопов. В одну из банок добавить ряску. Через некоторое время все животные в банке без ряски погибнут, в другой — с ряской — будут чувствовать себя хорошо. Обе банки необходимо содержать при одинаковой температуре и освещении. На основе этого опыта учащиеся могут сделать вывод о роли ряски в обогащении воды кислородом. Результаты данного опыта и выводы из него не бесполезно использовать на уроках по курсу ботаники при изучении процесса фотосинтеза. Не секрет, что этот материал усваивается пятиклассниками с трудом и подчас формально. Ознакомление с результатами опыта поможет им глубже осмыслить понятие о значении фотосинтеза как источника кислорода.

В уголке живой природы учащиеся могут наблюдать, как отдельные виды растений, например роголистник, очищают воду. Пучок роголистника следует поместить в банку и, когда он разрастется и займет нормальное положение, в воду добавить ил (1 столовая ложка на 1 л воды); для контроля взять банку без растений с такой же порцией ила. Через сутки в банке с роголистником вода станет прозрачной. Комочки ила осядут на дне и на ветвях растений. Во второй банке вода останется белесо-мутноватой.

Аквариумисты пользуются этими свойствами роголистника для очистки воды в аквариуме. При загнивании воды в аквариум помещают большое количество тщательно промытых ветвящихся растений, взятых из природного водоема. Через сутки роголистник вынимают, хорошо промывают и снова возвращают в аквариум. Процедуру повторяют несколько раз, пока вода не станет прозрачной.

Благодаря этим свойствам роголистник принимает участие в образовании озерного мела, его стебли и листья в природных водоемах часто покрыты сероватыми известковыми корочками, которые легко отваливаются, если растение потревожить.

При изучении темы «Основы экологии» (X класс) можно использовать также данные наблюдений за взаимоотношениями элодеи с животными организмами аквариума. В результате наблюдений учащиеся могут установить, влияет ли население аквариума на рост элодеи и как влияет это растение на беспозвоночных (на моллюсков отрицательно действует сок элодеи), как себя чувствуют в присутствии элодеи мальки рыб (гуппи, меченосцы), взрослые рыбы. Для исследования использовать опытные аквариумы с элодеей и контрольные без нее.

Опыты и наблюдения в уголке живой природы с зоологическими объектами, как и с аквариумными растениями, способствуют углублению знаний учащихся по школьному курсу биологии, развитию познавательных интересов и вместе с тем расширяют их общий биологический кругозор.

Более четкой организации опытов и наблюдений способствуют специальные задания, подготовленные учителем в соответствии с темами и целями занятий, что особенно важно для V–VII классов. Эти задания определяют последовательность работы, направляют внимание учащихся на самые важные моменты в ней, конкретизируют наблюдения или опыт. Задания могут быть рассчитаны как на фронтальную, так и на индивидуальную работу учащихся. Индивидуальные задания лучше организуют и стимулируют активность учащихся и больше нравятся школьникам тем, что при выполнении этих заданий они чувствуют себя в роли настоящих исследователей. Приводим примеры таких заданий.

Выяснение условий образования крахмала в клетках спирогиры[11].

1. Культуру спирогиры хорошо освещать в течение 2–3 дней.

2. Взять из этой культуры одну нить. Рассмотреть под микроскопом несколько клеток в слабом растворе иода. Найти в каждой клетке зерна крахмала. Установить приблизительное их

количество (много, мало).

3. Культуру спирогиры поставить в темное место на 4–5 дней при сохранении исходной температуры. По истечении этого срока вновь рассмотреть клетки спирогиры в слабом растворе йода. Установить, есть ли теперь в клетках крахмальные зерна.

4. В дневнике сделать записи о наблюдениях, к записям приложить рисунки. Сделать выводы о питании спирогиры на свету и в темноте и об образовании запаса питательных веществ в виде крахмальных зерен.

Проявление положительной реакции на свет у эвглены зеленой (положительный фототаксис).

1. В две пробирки налить на 2/3 густонаселенную культуру эвглены зеленой.

2. Затенить нижнюю половину первой пробирки. Для этого использовать черную бумагу, плотно привязав ее к пробирке, или опустить пробирку в прорезь картонного ящичка, оклеенного черной бумагой. Поставить пробирку на яркоосвещенное место на 30–40 мин.

3. Затенить аналогичным способом верхнюю половинку второй пробирки и также поставить на яркоосвещенное место на 30–40 мин.

4. Поочередно быстро освободить пробирки от затемнения. Рассмотреть их содержимое невооруженным глазом и через лупу.

5. Записать в дневник условия и результаты наблюдений. Дать объяснения.

6. Изменить вариант наблюдения (затенить среднюю часть пробирки или всю пробирку, оставив только круглое отверстие, направленное к источнику света и т. п.). Сделать записи в дневнике наблюдений.

Отрицательная реакция инфузории-туфельки на химическое раздражение (отрицательный хемотаксис).

1. На предметное стекло нанести каплю настоя с инфузориями-туфельками. Рядом на расстоянии 0,5–1 см нанести другой пипеткой каплю чистой воды или сенного настоя без инфузорий. Соединить обе капли «мостиком».

2. С края капли с инфузориями положить кристаллик поваренной соли.

3. Наблюдать за реакцией инфузорий через лупу. Отметить время, за которое все инфузории переплыли из одной капли в другую.

4. Наблюдения записать в дневник, дать объяснения и сделать выводы.

Движение амебы при разных температурных условиях.

1. На предметное стекло нанести каплю культуры с амебами.

Препарат покрыть покровным стеклом, на котором предварительно сделаны «ножки», не позволяющие покровному стеклу плотно прилегать к амебе, и раздавить ее.

2. Под микроскопом наблюдать движение амебы при комнатной температуре. Установить способ передвижения и время, за которое образуется одна ложноножка. В дневнике наблюдений сделать схематические рисунки амебы с образующимися ложноножками.

3. Рассмотренный препарат охладить, положив его на 5 — 10 мин на снег или лед, но таким образом, чтобы талая вода не попала под покровное стекло. Рассмотреть под микроскопом образование ложноножек и установить время, за которое образуется одна из них. В дневнике наблюдений также сделать схематические рисунки амебы с образующимися ложноножками при пониженной температуре.

4. Сравнить образование ложноножек у амеб при комнатной и пониженной температурах, сделать выводы. Наблюдения и выводы записать в дневник.

Передвижение гидры.

1. В стеклянную банку емкостью от 0,25 до 1 л отсадить гидру, которую не кормили 3–4 дня. Посадить гидру на стенку банки. Для этого из стеклянной трубки, с помощью которой гидру вынули из аквариума, выпустить ее на стенку наклоненной банки. Положение байки не изменять, пока гидра не прикрепится к стенке.

2. Банку поставить в хорошо освещенное место, но не под прямые световые лучи.

3. Отметить на наружной стенке банки с гидрой ее место прикрепления. Для этого можно использовать маленький кусочек пластилина.

4. Затенить черной бумагой часть банки с местом прикрепления гидры. Место прикрепления должно быть в центре затененной площади и на противоположной стороне от источника света.

5. Ежедневно, снимая черную бумагу, отмечать новые места прикрепления гидры. В дневнике фиксировать их в виде схемы с указанием расстояния между местами прикрепления.

6. После 10-дневного наблюдения (можно взять другой срок) перенести весь путь передвижения гидры со стенки банки на бумагу. Вычислить расстояние, которое «прошагала» гидра за это время, и скорость гидры за сутки.

7. Параллельно с наблюдением вести записи в дневнике, подробно описывая условия наблюдения, изменения положения гидры по датам и т. п. В конце записи сделать вывод о

передвижении гидры.

Питание гидры.

1. Отсадить накормленную гидру в чашку Петри, поставленную на миллиметровую бумагу.

2. При помощи миллиметровой бумаги, пользуясь лупой, измерить длину тела и щупалец успокоившейся гидры. Сделать рисунок ее.

3. Выпустить над гидрой поочередно 2–3 циклопов или бросить над щупальцами маленький кусочек мяса.

4. Наблюдать реакцию гидры при соприкосновении с пищей: действие щупалец, заглатывание пищи, изменение формы тела.

5. Измерить длину тела и щупалец насытившейся гидры. Сделать рисунок ее.

6. Провести сравнение гидры до кормления и после кормления.

7. В дневнике сделать соответствующие записи и выводы, полученные в результате наблюдений.

Питание планарии.

1. Отсадить накормленную планарию в чашку Петри с небольшим количеством воды.

2. Осмотреть планарию под лупой. Обратить внимание на кишечник. Осторожно перевернуть планарию мягкой кисточкой, рассмотреть на нижней стороне ротовое отверстие и мускулистую глотку.

3. В течение 20–30 мин дать возможность планарии успокоиться, предварительно вернуться в естественное положение. По истечении этого времени поместить рядом с планарией мотыля. Отметить время и наблюдать с помощью лупы за реакцией планарии. Установить, сколько времени она наползала на жертву, какие совершала при этом движения, за какой срок захватила ее.

Если для наблюдения используется планария молочно-белая, установить, за сколько времени пища попала в основные ветви кишечника (у планарии молочно-белой три ветви). Узнать это можно по окрашиванию кишечника за счет красного цвета мотыля. Сколько времени кишечник оставался окрашенным, т. е. как долго продолжалось переваривание пищи?

4. Сравнить планарию до кормления и после кормления. Сделать рисунок накормленной планарии, обозначив на нем кишечник.

5. В дневнике сделать записи всех наблюдений с соответствующими выводами.

Дыхание водных брюхоногих моллюсков.

1. Установить, какие моллюски поднимаются для дыхания к

поверхности воды, какие — нет.

2. Выяснить, через сколько времени легочные моллюски обновляют у поверхности воды запас воздуха. Наблюдать животных не менее 1–1,5 ч и фиксировать все данные в таблице.

Дыхание водных брюхоногих моллюсков (легочных)
Название моллюска
Время поднятия к поверхности воды
Время опускания
На сколько времени хватило воздуха для дыхания

3. В дневнике сформулировать и обосновать выводы о приспособленности водных легочных брюхоногих моллюсков к дыханию атмосферным воздухом.

Задания к наблюдениям и экспериментам с рыбами в аквариумах.

Во внеклассной работе в лабораторных аквариумах учащиеся могут подготовить сообщения о наблюдениях за рыбами, об экспериментах с ними, которые затем используются на уроках. Ниже даны примерные темы таких сообщений к соответствующим темам Программы восьмилетней и средней школы по биологии.

1. VII класс; тема «Класс рыбы»:

а) приспособления рыб к жизни в водной среде;

б) видовые приспособления рыб.

Донные, свободно плавающие, приповерхностные виды; рыбы проточных и стоячих водоемов; специализация хищных рыб (щука, окунь);

в) приспособления рыб в зависимости от кислородного режима водоемов; дыхание жабрами; дополнительные органы дыхания (вьюн, коридорас, лабиринтовые), двоякодышащие рыбы;

г) поведение рыб; плавание; кормление; поведение в стае; охрана территории; поведение рыб при встречах; преднерестовые игры.

Использовать книги: Никольский Н. Экология рыб. — М.: 1961; Никольский Г. Частная ихтиология. — М.: 1971; Протасов В. Биоакустика рыб. — М.: 1965; Протасов В. Зрение и ближняя ориентация рыб. — М.: 1968; Протасов В., Никольский И. Голоса в мире безмолвия. — М.: 1969; Шовен Р. От пчелы до гориллы. — М.: 1965; Шовен Р. Поведение животных. — М.: 1972; Тинберген Н. Поведение животных. — М.: 1969;

д) размножение рыб: без охраны потомства (давно, барбусы), с заботой об икре (коридорас), с подготовкой места нереста и охраной потомства (скалярии, цихлазомы), с постройкой гнезда (лабиринтовые).

2. VIII класс; тема «Высшая нервная деятельность»: выработка

условных рефлексов у рыб (кормление на стук, на свет); торможение рефлексов без подкрепления.

3. IX класс; изучение приспособленности организма; работы 1 а, б, в и литература об аквариумных рыбах.

4. IX класс; изучение творческой роли искусственного отбора; сообщения о варьететах золотой рыбки, цветовых разновидностях живородящих рыб гуппи и меченосцев; литература об аквариумных рыбах.

5. X класс; тема «Основные законы наследственности». Эксперименты по скрещиванию разновидностей гуппи и меченосцев.

6. X класс; изучение основ экологии, сообщения о взаимоотношениях рыб с окружающей средой, аквариум как упрощенная модель биогеоценоза. На примере абиотических и биотических компонентов аквариума подготовить сообщения и схему о взаимосвязях в экологических системах. Поскольку аквариум — модель, ряд энергетических и трофических связей будут выходить за пределы системы: например, корм для рыб (трофическая связь) поступает извне. На примере процессов, происходящих в аквариуме, показать действие саморегуляции (гомеостата) в биогеоценозе. Использовать идею известного эколога Е. Одума что пруд — это великолепный пример небольшой экосистемы с четырьмя основными присущими ей компонентами. Поскольку аквариум — модель природного водоема, осуществить перенос методики Одума на рассмотрение процессов в аквариуме.

Использование заданий для проведения различных опытов и наблюдений помогает успешно их выполнить и получить нужные результаты. Наибольший воспитательный эффект обеспечивается при создании таких условий работы в уголке живой природы, когда учащиеся осознают необходимость тщательного, аккуратного выполнения любого вида деятельности по определенному плану с последующими выводами, которые могут помочь развитию творческой инициативы, а следовательно, усовершенствованию работы, улучшению ее качества.

Рекомендуемая литература

Астафьев Ю. Ф. В подводном мире. Книга для учащихся. — М., 1977.

Зверев И. Д. Экология в школьном обучении: Новый аспект образования. — М., 1980.

Ильин М. Н. Аквариумное рыбоводство. — М., 1977.

Козлов В. И., Абрамович. Краткий словарь рыбовода. — М., 1982.

Корзюков Ю. А. Болезни аквариумных рыб. — М., 1979.

Насекомые СССР. — М., 1970.

Радзимовский В. А., Соколов О. А., Земсков С. Н. Рыбы в аквариуме. — Киев, 1980.

Разбесов О. К. Твой аквариум. — М., 1980.

Редкие насекомые. — М., 1982.

Полканов Ф. М. Подводный мир в комнате. — М., 1981.

Симаков Ю. Г. Жизнь пруда. — М., 1982.

Советы друзьям природы. — М., 1977.

Спотт С. Содержание рыбы в замкнутых системах. — М., 1983.

Тинберген Н. Поведение животных. — М., 1978.

Молис С. А. Книга для чтения по зоологии. Беспозвоночные. Хордовые. Пособие для учащихся. — М., 1981.

Шерфиг Х. Пруд/Пер, с дат. — Л., 1981.

Яхонтов А. А. Зоология для учителя. Введение в изучение науки о животных. Беспозвоночные. — М., 1982.

Цветные вкладки к книге "Аквариум в школе"

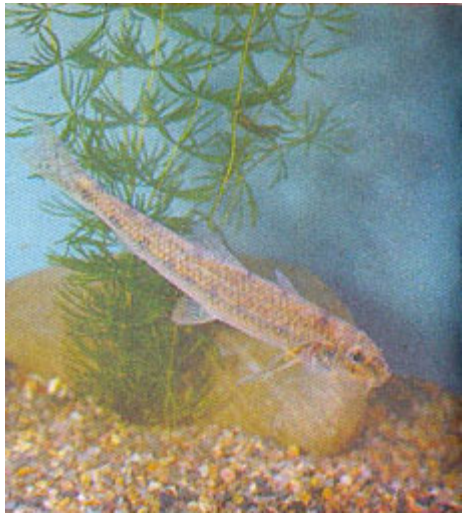
1. Образцовый аквариум

2. Прудовик

3. Аквариум — упрощенная модель экосистемы

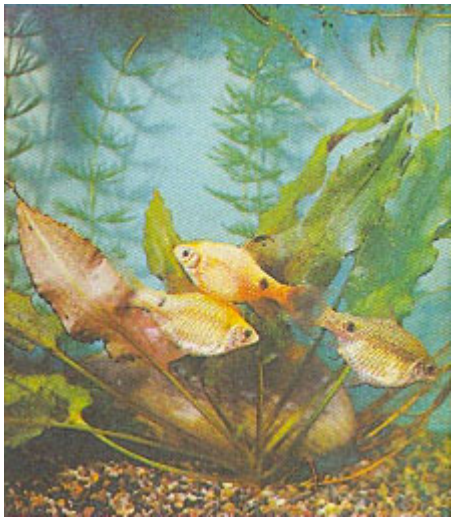
4. Речной рак

5. Трихогастер

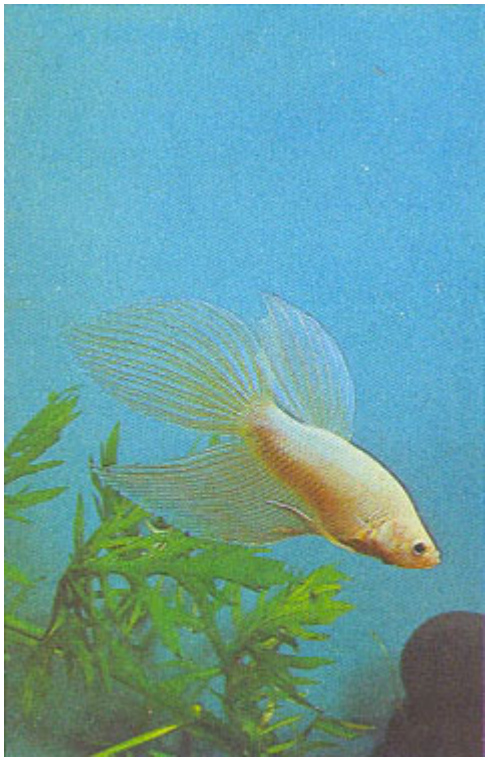


6. Пескарь

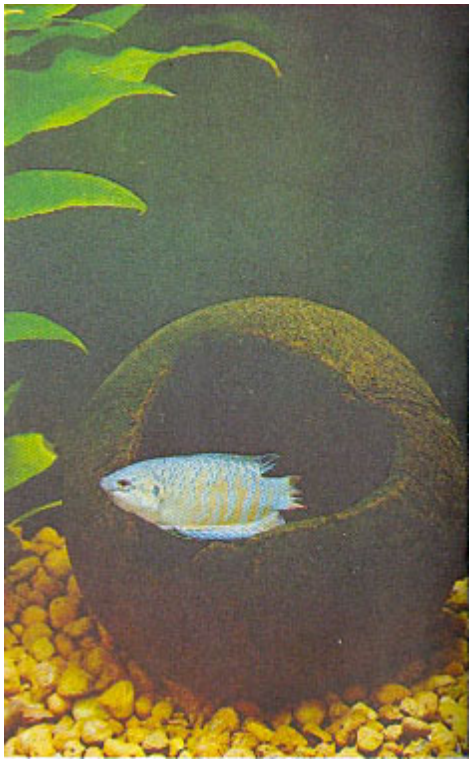
9. Красноперка



10. Барбусы



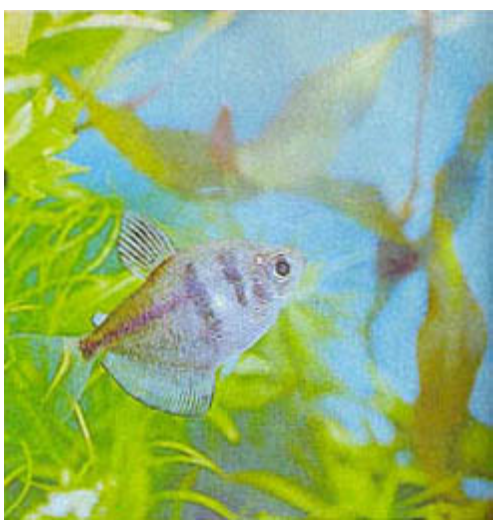
7. Петушок



8. Макропод

11. Золотые рыбки

12. Гольян



13. Тернеция

16. Горчак

14. Нанностомус

15. Кардинал

17. Расбора краснополосая

18. Бычок

19. Осетр

22. Цихлазома Красса

23. Цихлазома оранжевая

20. Меченосец

21. Гуппи

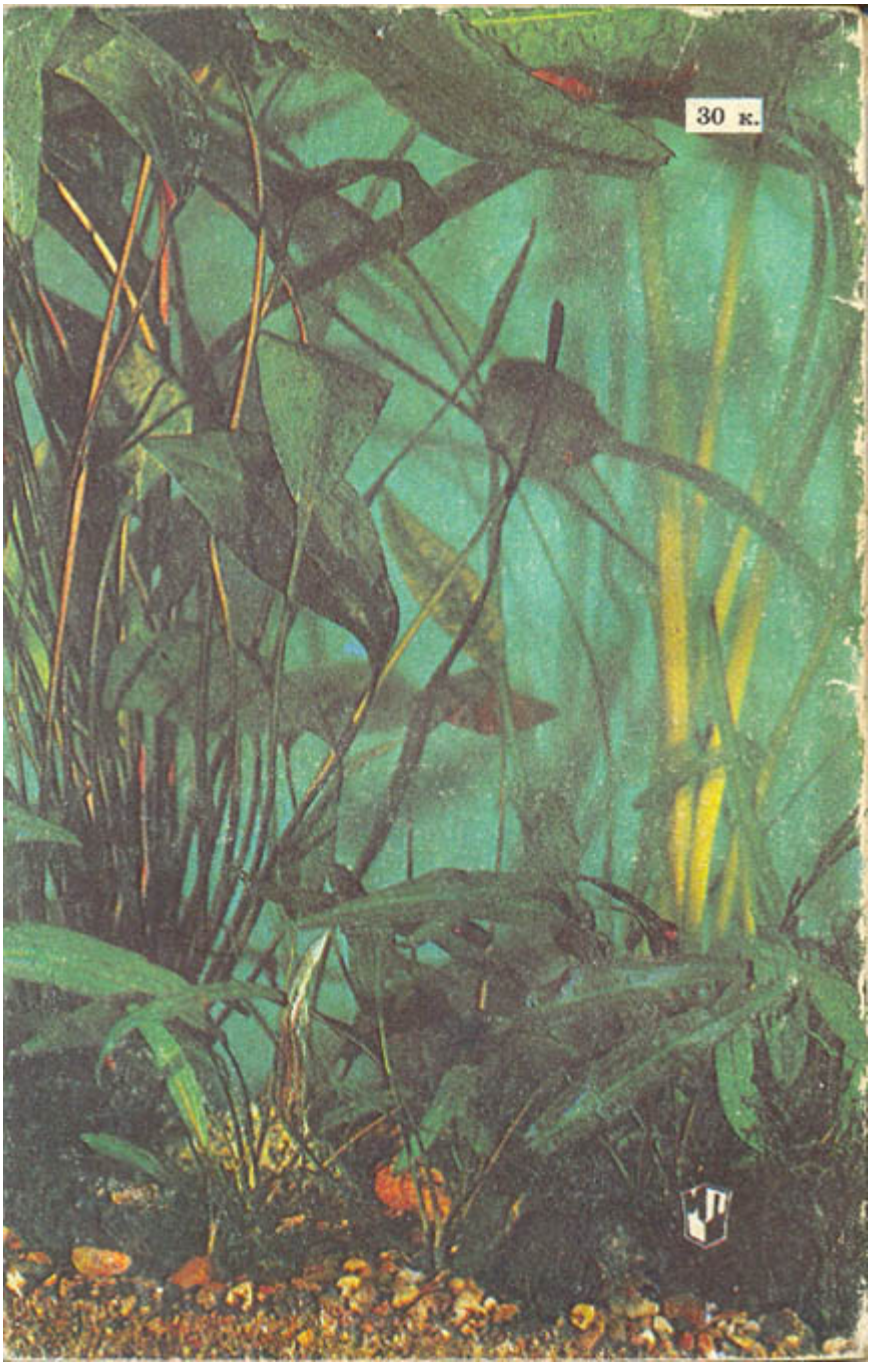
24. Ляпиус

25. Моллинезии

26. Косатка

27. Хемиграммусы

28. Сомик



notes

Примечания

1

Пиреноиды — особые тельца белковой природы. Вокруг них откладывается запас питательных веществ.

2

Раствор Кнопа был составлен для высших растений, но позже его с успехом стали применять для культур водорослей. Состав раствора на 1 л воды: $Ca(NO_3)_2$ — 0,25 г; $MgSO_4$ — 0,06 г; KH_2PO_4 — 0,06 г; KCl — 0,08 г; Fe_2Cl_6 — 1 капля 1-процентного раствора.

3

Для того, чтобы хорошо было видно движение цитоплазмы, нителлу нужно предварительно выдержать 1–2 ч в теплой воде с температурой 30–35 °С. За 15 мин до приготовления препарата в воду добавить спирт из расчета 8-10 капель на 100 $см^3$.

Элодея зубчатая выделена в самостоятельный род эгерия.

5

Впервые обнаружил цветение ряски итальянский ботаник Валлиснери.

6

См.: *Катанская В.* Высшая водная растительность континентальных водоемов. М., 1981, с. 5 — 11; Кокин К. Экология высших водных растений. М., 1982. с. 84 — 107.

7

«Ножки» можно сделать из размягченного воска или пластилина. Для этого уголками покровного стекла следует провести по воску или пластилину, оставляя на стекле маленькие кусочки этого вещества.

8

У самок эти первые два членика слиты в генитальный сегмент.

9

Пинцеты нужны для переноса в банки животных, которые могут причинить боль, например клоп-гладыш, кисточки используют для снятия с субстрата таких нежных животных, как планария, гидра.

10

См.: *Федченко Б. А.* Биология водных растений как предмет изучения в школе. Л. — М., 1925.

Для опыта можно использовать и другие водоросли.